

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. September 2004 (10.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/076401 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C07C 275/26,
275/10, 275/28, A61K 31/17, A61P 3/06, 3/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/001587

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Februar 2004 (19.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 08 356.1 27. Februar 2003 (27.02.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): AVENTIS PHARMA DEUTSCHLAND
GMBH [DE/DE]; Brüningstrasse 50, 95929 Frankfurt
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STAPPER, Christian
[DE/DE]; Wallau Str. 53, 55518 Mainz (DE). GLOMBIK,
Heiner [DE/DE]; Am Lotzenwald 42, 65719 Hofheim
(DE). FALK, Eugen [DE/DE]; Völklingerweg 15, 60529
Frankfurt (DE). GRETZKE, Dirk [DE/DE]; Kaulbach-
strasse 57, 60596 Frankfurt (DE). GOERLITZER,
Jochen [DE/DE]; Stegstrasse 60, 60594 Frankfurt am

Main (DE). KEIL, Stefanie [DE/DE]; Am Kreishaus
12, 65719 Hofheim (DE). SCHAEFER, Hans-Lud-
wig [DE/DE]; Steingasse 7, 65239 Hochheim (DE).
WENDLER, Wolfgang [DE/DE]; Haintchener Str. 12a,
65618 Selters (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

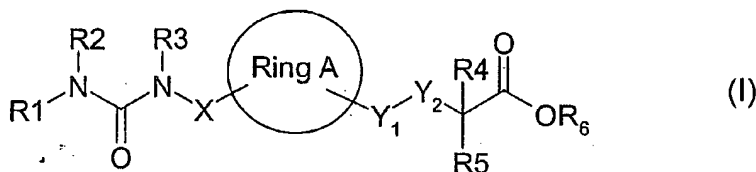
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CYCLOALKYL-SUBSTITUTED ALKANOIC ACID DERIVATIVES, METHODS FOR THE PRODUCTION THEREOF, AND USE THEREOF AS A MEDICAMENT

(54) Bezeichnung: CYCLOALKYL SUBSTITUIERTE ALKANSÄUREDERIVATE, VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG UND IHRE ANWENDUNG ALS ARZNEIMITTEL



(57) Abstract: The invention relates to arylcycloalkyl-substituted alcanoic acid derivatives and the physiologically acceptable salts and physiologically functional derivatives thereof. Disclosed are compounds of formula (I), wherein the radicals have the indicated meanings, the physiologically acceptable salts thereof, and methods for the production thereof. Said compounds are suitable for treating and/or preventing disturbances of fatty acid metabolism, impaired glucose utilization, and disturbances in which insulin resistance plays a role.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Arylcycloalkylsubstituierte Alkansäurederivate sowie deren physiologisch verträgliche Salze und physiologisch funktionelle Derivate. Es werden Verbindungen der Formel (I), worin die Reste die angegebenen Bedeutungen haben, sowie deren physiologisch verträglichen Salze und Verfahren zu deren Herstellung beschrieben. Die Verbindungen eignen sich zur Behandlung und/oder Prävention von Störungen des Fettsäurestoffwechsels und Glucoseverwertungsstörungen sowie Störungen, bei denen Insulin Resistenz eine Rolle spielt.

WO 2004/076401 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Cycloalkyl substituierte Alkansäurederivate, Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Anwendung als Arzneimittel

5

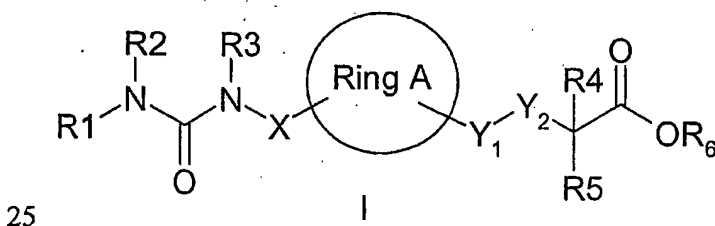
Die Erfindung betrifft Arylcycloalkyl substituierte Alkansäurederivate sowie deren physiologisch verträgliche Salze und physiologisch funktionelle Derivate.

Es sind bereits strukturähnliche Verbindungen zur Behandlung von Hyperlipidämie und Diabetes im Stand der Technik beschrieben (WO 2000/64876).

Der Erfindung lag die Aufgabe zu Grunde, Verbindungen zur Verfügung zu stellen, die eine therapeutisch verwertbare Modulation des Lipid- und/oder Kohlehydratstoffwechsels erlauben und sich somit zur Prävention und/oder Behandlung von Krankheiten wie Typ 2 Diabetes und Atherosklerose sowie deren vielfältigen Folgeerkrankungen eignen.

Überraschenderweise wurde eine Serie von Verbindungen gefunden, die die Aktivität von PPAR Rezeptoren modulieren. Insbesondere eignen sich die Verbindungen zur Aktivierung von PPARalpha und PPARgamma, wobei das Ausmaß der relativen Aktivierung je nach Verbindungen unterschiedlich sein kann.

Die Erfindung betrifft daher Verbindungen der Formel I



worin bedeuten

- Ring A (C₃-C₈)-Cycloalkandiyl, (C₃-C₈)-Cycloalkendiyl, wobei in den Cycloalkan- oder Cycloalkendiylringen ein oder mehrere Kohlenstoffatome durch Sauerstoffatome ersetzt sein können;
- 5 R1, R2 unabhängig voneinander H, (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, (C₆-C₁₀)-Aryl;
- 10 R3 (C₃-C₆)-Cycloalkyl oder (C₁-C₁₂)-Alkyl, die gegebenenfalls durch (C₆-C₁₀)-Aryl, (C₅-C₆)-Heteroaryl oder (C₃-C₆)-Cycloalkyl substituiert sind, wobei Aryl, Heteroaryl oder Cycloalkyl wiederum substituiert sein können durch (C₁-C₆)-Alkyl, (C₁-C₆)-Alkoxy, Cl, Br, J, CO-(C₁-C₆)-Alkyl, CO-O(C₁-C₆)-Alkyl, CO-NH(C₁-C₆)-Alkyl oder CO-N((C₁-C₆)-Alkyl)₂;
- 15 X (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein oder mehrere Kohlenstoffatome durch Sauerstoffatome ersetzt sein können;
- Y₁ CO, Bindung;
- 20 Y₂ NH, (C₁-C₁₂)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein oder mehrere Kohlenstoffatome durch Sauerstoffatome ersetzt sein können;
- R4 (C₁-C₈)-Alkyl;
- R5 H, (C₁-C₆)-Alkyl;
- 25 R6 H;

sowie deren physiologisch verträgliche Salze.

30 Bevorzugt sind Verbindungen der Formel I, deren Substituenten X und Y₁ in Position 1,3 am Ring A verknüpft sind (X - Ring A - Y₁).

Ferner sind bevorzugt Verbindungen der Formel I, worin bedeuten

- Ring A (C₃-C₈)-Cycloalkan-1,3-diyl;
- 5 R1, R2 unabhängig voneinander H, (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, (C₆-C₁₀)-Aryl;
- R3 (C₁-C₁₂)-Alkyl, das gegebenenfalls durch Phenyl substituiert ist, wobei Phenyl wiederum substituiert sein kann durch (C₁-C₆)-Alkyl;
- 10 X (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;
- Y₁ CO, Bindung;
- 15 Y₂ NH, (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;
- 20 R4 (C₁-C₈)-Alkyl;
- R5 H, (C₁-C₆)-Alkyl;
- R6 H.
- 25

Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel I, worin bedeuten

- Ring A Cyclohexan-1,3-diyl;
- 30 R1, R2 unabhängig voneinander H, (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, Phenyl;

- R3 (C₁-C₁₂)-Alkyl, das gegebenenfalls durch Phenyl substituiert ist, wobei Phenyl wiederum substituiert sein kann durch Methyl;
- 5 X (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe das dem Ring A benachbarte Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;
- Y₁ CO, Bindung;
- 10 Y₂ NH, (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;
- R4 (C₁-C₆)-Alkyl;
- R5 H, (C₁-C₄)-Alkyl;
- 15 R6 H.

Ganz besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel I

20

worin bedeuten

- Ring A Cyclohexan-1,3-diyl;
- 25 R1 H;
- R2 (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, Phenyl;
- R3 (C₁-C₈)-Alkyl, das gegebenenfalls durch Phenyl substituiert ist, wobei
- 30 Phenyl wiederum substituiert sein kann durch Methyl;
- X ((CH₂)₂)O;

- Y₁ CO, Bindung;
- Y₂ NH, (C₁-C₄)-Alkandiyli;
- 5 R₄ (C₁-C₆)-Alkyl;
- R₅ H, (C₁-C₄)-Alkyl;
- 10 R₆ H.

Die Verknüpfung zum Ring A kann sowohl cis oder trans sein, bevorzugt ist die cis-Verknüpfung.

- 15 Die vorliegende Erfindung umfasst ebenfalls alle Kombinationen der „bevorzugten Ausführungsformen“ der hierin beschriebenen Erfindung.

Die Alkyl-, Alkenyl, Alkynyl-Reste in den Substituenten R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ und R₆ können sowohl geradkettig wie verzweigt sein.

20

Unter Aryl wird ein aromatisches carbocyclisches mono- oder bicyclisches Ring-System verstanden, das 6 bis 10 Atome im Ring oder in den Ringen enthält.

- Heteroaryl ist ein mono- oder bicyclisches aromatisches Ringsystem mit 4 bis 11
- 25 Ringgliedern, worin mindestens ein Atom im Ringsystem ist ein Heteroatom aus der Reihe N, O und S.

- Die Verbindungen der Formel I enthalten mindestens zwei Assymmetriezentren und können darüber hinaus mehr enthalten. Daher können die Verbindungen der Formel I
- 30 in Form ihrer Racemate, racemischen Mischungen, reinen Enantiomere, Diastereomere und Diastereomer-Mischungen vorliegen. Die vorliegende Erfindung umfasst alle diese isomeren Formen der Verbindungen der Formel I. Diese Isomeren

Formen können, wenn auch zum Teil nicht expressis verbis beschrieben, nach bekannten Methoden erhalten werden.

Pharmazeutisch verträgliche Salze sind aufgrund ihrer höheren Wasserlöslichkeit
5 gegenüber den Ausgangs- bzw. Basisverbindungen besonders geeignet für
medizinische Anwendungen. Diese Salze müssen ein pharmazeutisch verträgliches
Anion oder Kation aufweisen. Geeignete pharmazeutisch verträgliche
Säureadditionssalze der erfindungsgemäßen Verbindungen sind Salze anorganischer
Säuren, wie Salzsäure, Bromwasserstoff-, Phosphor-, Metaphosphor-, Salpeter- und
10 Schwefelsäure sowie organischer Säuren, wie z.B. Essigsäure, Benzolsulfon-,
Benzoe-, Zitronen-, Ethansulfon-, Fumar-, Glucon-, Glykol-, Isethion-, Milch-,
Lactobion-, Malein-, Äpfel-, Methansulfon-, Bernstein-, p-Toluolsulfon- und Weinsäure.
Geeignete pharmazeutisch verträgliche basische Salze sind Ammoniumsalze, Al-
kalimetallsalze (wie Natrium- und Kaliumsalze) und Erdalkalisalze (wie Magnesium-
15 und Calciumsalze) und Salze von Trometamol (2-Amino-2-hydroxymethyl-1,3-
propandiol), Diethanolamin, Lysin oder Ethylendiamin.

Salze mit einem nicht pharmazeutisch verträglichen Anion, wie zum Beispiel
Trifluoracetat, gehören ebenfalls in den Rahmen der Erfindung als nützliche
20 Zwischenprodukte für die Herstellung oder Reinigung pharmazeutisch verträglicher
Salze und/oder für die Verwendung in nicht-therapeutischen, zum Beispiel in-vitro-
Anwendungen.

Der hier verwendete Begriff "physiologisch funktionelles Derivat" bezeichnet jedes
25 physiologisch verträgliche Derivat einer erfindungsgemäßen Verbindung der Formel I,
z.B. einen Ester, der bei Verabreichung an einen Säuger, wie z.B. den Menschen, in
der Lage ist, (direkt oder indirekt) eine Verbindung der Formel I oder einen aktiven
Metaboliten hiervon zu bilden.

30 Zu den physiologisch funktionellen Derivaten zählen auch Prodrugs der
erfindungsgemäßen Verbindungen, wie zum Beispiel in H. Okada et al., Chem. Pharm.
Bull. 1994, 42, 57-61 beschrieben. Solche Prodrugs können in vivo zu einer

erfindungsgemäßen Verbindung metabolisiert werden. Diese Prodrugs können selbst wirksam sein oder nicht.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in verschiedenen polymorphen
5 Formen vorliegen, z.B. als amorphe und kristalline polymorphe Formen. Alle polymorphen Formen der erfindungsgemäßen Verbindungen gehören in den Rahmen der Erfindung und sind ein weiterer Aspekt der Erfindung.

Nachfolgend beziehen sich alle Verweise auf "Verbindung(en) gemäß Formel I" auf
10 Verbindung(en) der Formel I, wie vorstehend beschrieben, sowie ihre Salze, Solvate und physiologisch funktionelle Derivate wie hierin beschrieben.

Verwendung

15

Diese Erfindung bezieht sich weiterhin auf die Verwendung von Verbindungen der Formel I und ihren pharmazeutischen Zusammensetzungen als PPAR-Rezeptor-Liganden. Die erfindungsgemäßen PPAR-Rezeptor-Liganden eignen sich als Modulatoren der Aktivität der PPAR Rezeptoren.

20 Peroxisomen-Proliferatoren-Aktivierte Rezeptoren (PPAR) sind durch Liganden aktivierbare Transkriptionsfaktoren, die zur Klasse der Kern-Hormon-Rezeptoren gehören. Es existieren drei PPAR Isoformen, PPARalpha, PPARgamma und PPARdelta, die von verschiedenen Genen kodiert werden (Peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR): structure, mechanisms of activation and diverse functions:
25 Motojima K, Cell Struct Funct. 1993 Oct; 18(5): 267-77).

Von PPARgamma existieren zwei Varianten, PPARgamma1 und gamma2, die das Ergebnis eines alternativen Einsatzes von Promotoren und einer differenziellen mRNA-Spleißung (Vidal-Puig et al. J. Clin. Invest., 97:2553-2561, 1996) sind. Die verschiedenen PPAR Rezeptoren besitzen eine unterschiedliche Gewebsverteilung
30 und modulieren unterschiedliche physiologische Funktionen. Die PPAR-Rezeptoren spielen eine Schlüsselrolle bei unterschiedlichen Aspekten der Regulation einer Vielzahl von Genen, deren Genprodukte direkt oder indirekt am Lipid- und

Kohlehydratstoffwechsel entscheidend beteiligt sind. So spielen z. B. PPARAlpha Rezeptoren bei der Regulation des Fettsäurekatabolismus oder des Lipoproteinstoffwechsels in der Leber eine wichtige Rolle, während PPARgamma zum Beispiel bei der Regulation der Fettzelldifferenzierung entscheidend beteiligt ist.

5 Darüberhinaus sind PPAR Rezeptoren aber auch an der Regulation vieler weiterer physiologischer Prozesse, auch solcher die nicht direkt mit dem Kohlehydrat- oder Lipidstoffwechsel in Verbindung stehen, beteiligt. Die Aktivität der unterschiedlichen PPAR Rezeptoren kann durch verschiedene Fettsäuren, Fettsäurederivate sowie synthetische Verbindungen in unterschiedlichem Ausmaß moduliert werden.

10 Entsprechende Reviews über Funktionen, physiologische Wirkung und Pathophysiologie siehe: Joel Berger et al., Annu. Rev. Med. 2002, 53, 409 – 435; Timothy Wilson et al. J. Med. Chem., 2000, Vol. 43, No. 4, 527-550; Steven Kliewer et al., Recent Prog Horm Res. 2001; 56: 239-63.

Die vorliegende Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I, die sich zur Modulierung der Aktivität von PPAR Rezeptoren eignen, insbesondere der Aktivität von PPARAlpha und PPARgamma. Je nach Profil der Modulation sind die Verbindungen der Formel I zur Behandlung, Kontrolle und Prophylaxe nachfolgend beschriebener Indikationen, sowie einer Reihe anderer, damit verbundener pharmazeutischer Anwendungen geeignet (siehe z.B. Joel Berger et al., Annu. Rev. Med. 2002, 53, 409 – 435;

20 Timothy Wilson et al. J. Med. Chem., 2000, Vol. 43, No. 4, 527-550; Steven Kliewer et al., Recent Prog Horm Res. 2001; 56: 239-63; Jean-Charles Fruchart, Bart Staels and Patrick Duriez: PPARs, Metabolic Disease and Arteriosclerosis, Pharmacological Research, Vol. 44, No. 5, 345-52, 2001; Sander Kersten, Beatrice Desvergne & Walter Wahli: Roles of PPARs in health and disease, NATURE, VOL 405, 25 MAY 2000, 421-25 4; Ines Pineda Torra, Giulia Chinetti, Caroline Duval, Jean-Charles Fruchart and Bart Staels: Peroxisome proliferator-activated receptors: from transcriptional control to clinical practice, Curr Opin Lipidol 12: 2001, 245-254).

Besonders geeignet sind solche Verbindungen zur Behandlung und/oder Prävention
30 von

1. - Störungen des Fettsäurestoffwechsels und Glucoseverwertungsstörungen
- Störungen, bei denen Insulin Resistenz eine Rolle spielt

2. Diabetes mellitus, insbesondere Typ 2 Diabetes einschließlich der Verhinderung der damit verbundenen Folgeerkrankungen.
Besondere Aspekte sind dabei die
- 5 - Hyperglykämie,
 - Verbesserung der Insulinresistenz,
 - Verbesserung der Glucose-Toleranz,
 - Schutz der β -Zellen der Bauchspeicheldrüse
 - Verhinderung makro- und mikrovaskulärer Erkrankungen
- 10
3. Dyslipidämien und deren Folgen, wie z.B. Atherosklerose, koronare Herzkrankheit, zerebrovaskuläre Erkrankungen etc, insbesondere solche (aber nicht beschränkt auf), die durch einen oder mehrerer folgender Faktoren charakterisiert sind:
- 15 - hohe Plasma-Triglycerid-, hohe postprandiale Plasma-Triglycerid-Konzentrationen
 - niedrige HDL-Cholesterin Konzentration
 - niedrige ApoA Lipoprotein-Konzentrationen
 - hohe LDL-Cholesterin Konzentrationen
 - kleine dichte LDL-Cholesterin Partikel
- 20 - hohe ApoB Lipoprotein-Konzentrationen
4. Verschiedene andere Zuständen, die mit dem Metabolischen Syndrom assoziiert sein können, sind wie:
- 25 - Adipositas (Fettsucht), einschließlich abdominale Adipositas
 - Thrombosen, Stadien von Hyperkoagulabilität und Thromboseneigung (arteriell und venös)
 - Hoher Blutdruck
 - Herzinsuffizienz, wie z.B. (aber nicht beschränkt auf) bei Zustand nach Myokardinfarkt, hypertensive Herzerkrankung oder Kardiomyopathie
- 30
5. weitere Krankheiten oder Zustände bei welchen zum Beispiel entzündliche Reaktionen oder die Zelldifferenzierung eine Rolle spielt sind:

- Atherosklerose wie z.B. (aber nicht beschränkt auf) Koronarsklerose einschl. Angina pectoris oder Herzinfarkt, Hirnschlag
- Vaskuläre Restenose oder Reverschluß
- Chronisch entzündliche Darmerkrankungen, wie z.B. Morbus Crohn und Colitis ulcerosa
- 5 - Pankreatitis
- Andere entzündliche Zustände
- Retinopathie
- Fettzell-Tumore (adipose cell tumors)
- 10 - Fettzell-Karzinome, wie z.B. Liposarkome
- solide Tumoren und Neoplasien, wie z.B. (aber nicht beschränkt auf) Karzinome des Magen-Darm Traktes, der Leber, der Gallenwege und des Pankreas, endokrine Tumore, Karzinome der Lunge, der Niere und harnableitenden Organe, des Genitaltraktes, Prostata-Karzinome etc.
- 15 - akute und chronische myeloproliferative Erkrankungen und Lymphome
- Angiogenese
- Neurodegenerative Erkrankungen
- Alzheimersche Krankheit
- Multiple Sklerose
- 20 - Morbus Parkinson
- Erythemato-squamöse Dermatosen, wie z.B. Psoriasis (Schuppenflechte)
- Akne vulgaris
- Andere Hautkrankheiten und dermatologische Zustände, die durch PPAR moduliert werden
- 25 - Ekzeme und Neurodermitis
- Dermatitis, wie z.B. seborrhoische Dermatitis oder Lichtdermatitis
- Keratitis und Keratosen, wie z.B. seborrhoische Keratosen, senile Keratosen, aktinische Keratose, photo-induzierte Keratosen oder Keratosis follicularis
- Keloide und Keloid-Prophylaxe
- 30 - Warzen, einschließlich Kondylomata oder Kondylomata acuminata
- Human papilloma viral (HPV) Infektionen, wie z.B. venerische Papillomata, virale Warzen, wie z.B. Molluscum contagiosum, Leukoplakie

- Papulöse Dermatosen, wie z.B. Lichen planus
- Hautkrebs, wie z.B. Basalzellkarzinome, Melanome oder kutane T-Zell Lymphome
- Lokalisierte, benigne epidermale Tumore, wie z.B. Keratoderma, epidermale Naevi
- 5 - Frostbeulen
- Hoher Blutdruck
- Syndrom X
- Syndrom der polyzystischen Ovarien (PCOS)
- 10 - Asthma
- Osteoarthritis
- Lupus erythematosus (LE) oder entzündliche rheumatische Erkrankungen, wie z.B. Rheumatoide Arthritis
- Vaskulitis
- 15 - Auszehrung (Kachexie)
- Gicht
- Ischämie/Reperfusionssyndrom
- Akutes respiratorisches Distress Syndrom (ARDS) („Schocklunge“)

20

Galenik

Die Menge einer Verbindung gemäß Formel I, die erforderlich ist, um den
25 gewünschten biologischen Effekt zu erreichen, ist abhängig von einer Reihe von Faktoren, z.B. der gewählten spezifischen Verbindung, der beabsichtigten Verwendung, der Art der Verabreichung und dem klinischen Zustand des Patienten. Im allgemeinen liegt die Tagesdosis im Bereich von 0,001 mg bis 100 mg (typischerweise von 0,01 mg bis 50 mg) pro Tag pro Kilogramm Körpergewicht, z.B. 0,1 -10 mg/kg/Tag.
30 Eine intravenöse Dosis kann z.B. im Bereich von 0,001 mg bis 1,0 mg/kg liegen, die geeigneterweise als Infusion von 10 ng bis 100 ng pro Kilogramm pro Minute verabreicht werden kann. Geeignete Infusionslösungen für diese Zwecke können z.B.

von 0,1 ng bis 10 mg, typischerweise von 1 ng bis 10 mg pro Milliliter, enthalten. Einzeldosen können z.B. von 1 mg bis 10 g des Wirkstoffs enthalten. Somit können Ampullen für Injektionen beispielsweise von 1 mg bis 100 mg, und oral verabreichbare Einzeldosisformulierungen, wie zum Beispiel Tabletten oder Kapseln, können

5 beispielsweise von 0.05 bis 1000 mg, typischerweise von 0,5 bis 600 mg enthalten. Zur Therapie der oben genannten Zustände können die Verbindungen gemäß Formel I selbst als Verbindung verwendet werden, vorzugsweise liegen sie jedoch mit einem verträglichen Träger in Form einer pharmazeutischen Zusammensetzung vor. Der Träger muss natürlich verträglich sein, in dem Sinne, dass er mit den anderen

10 Bestandteilen der Zusammensetzung kompatibel ist und nicht gesundheitsschädlich für den Patienten ist. Der Träger kann ein Feststoff oder eine Flüssigkeit oder beides sein und wird vorzugsweise mit der Verbindung als Einzeldosis formuliert, beispielsweise als Tablette, die von 0,05% bis 95 Gew.-% des Wirkstoffs enthalten kann. Weitere pharmazeutisch aktive Substanzen können ebenfalls vorhanden sein,

15 einschließlich weiterer Verbindungen gemäß Formel I. Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen können nach einer der bekannten pharmazeutischen Methoden hergestellt werden, die im wesentlichen darin bestehen, dass die Bestandteile mit pharmakologisch verträglichen Träger- und/oder Hilfsstoffen gemischt werden.

20 Erfindungsgemäße pharmazeutische Zusammensetzungen sind solche, die für orale, rektale, topische, perorale (z.B. sublinguale) und parenterale (z.B. subkutane, intramuskuläre, intradermale oder intravenöse) Verabreichung geeignet sind, wenngleich die geeignetste Verabreichungsweise in jedem Einzelfall von der Art und

25 Schwere des zu behandelnden Zustandes und von der Art der jeweils verwendeten Verbindung gemäß Formel I abhängig ist. Auch dragierte Formulierungen und dragierte Retardformulierungen gehören in den Rahmen der Erfindung. Bevorzugt sind säure- und magensaftresistente Formulierungen. Geeignete magensaftresistente Beschichtungen umfassen Celluloseacetatphthalat, Polyvinylacetatphthalat,

30 Hydroxypropylmethylcellulosephthalat und anionische Polymere von Methacrylsäure und Methacrylsäuremethylester.

Geeignete pharmazeutische Zubereitungen für die orale Verabreichung können in separaten Einheiten vorliegen, wie zum Beispiel Kapseln, Oblatenkapseln, Lutschtabletten oder Tabletten, die jeweils eine bestimmte Menge der Verbindung gemäß Formel I enthalten; als Pulver oder Granulate; als Lösung oder Suspension in 5 einer wässrigen oder nicht-wässrigen Flüssigkeit; oder als eine Öl-in-Wasser- oder Wasser-in-Öl-Emulsion. Diese Zusammensetzungen können, wie bereits erwähnt, nach jeder geeigneten pharmazeutischen Methode zubereitet werden, die einen Schritt umfasst, bei dem der Wirkstoff und der Träger (der aus einem oder mehreren zusätzlichen Bestandteilen bestehen kann) in Kontakt gebracht werden. Im allge-
10 meinen werden die Zusammensetzungen durch gleichmäßiges und homogenes Vermischen des Wirkstoffs mit einem flüssigen und/oder feinverteilten festen Träger hergestellt, wonach das Produkt, falls erforderlich, geformt wird. So kann beispielsweise eine Tablette hergestellt werden, indem ein Pulver oder Granulat der Verbindung verpresst oder geformt wird, gegebenenfalls mit einem oder mehreren
15 zusätzlichen Bestandteilen. Gepresste Tabletten können durch Tablettieren der Verbindung in frei fließender Form, wie beispielsweise einem Pulver oder Granulat, gegebenenfalls gemischt mit einem Bindemittel, Gleitmittel, inertem Verdünner und/oder einem (mehreren) oberflächenaktiven/dispergierenden Mitteln in einer geeigneten Maschine hergestellt werden. Geformte Tabletten können durch Formen
20 der pulverförmigen, mit einem inerten flüssigen Verdünnungsmittel befeuchteten Verbindung in einer geeigneten Maschine hergestellt werden.

Pharmazeutische Zusammensetzungen, die für eine perorale (sublinguale) Verabreichung geeignet sind, umfassen Lutschtabletten, die eine Verbindung gemäß
25 Formel I mit einem Geschmacksstoff enthalten, üblicherweise Saccharose und Gummi arabicum oder Tragant, und Pastillen, die die Verbindung in einer inerten Basis wie Gelatine und Glycerin oder Saccharose und Gummi arabicum umfassen.

Geeignete pharmazeutische Zusammensetzungen für die parenterale Verabreichung
30 umfassen vorzugsweise sterile wässrige Zubereitungen einer Verbindung gemäß Formel I, die vorzugsweise isotonisch mit dem Blut des vorgesehenen Empfängers sind. Diese Zubereitungen werden vorzugsweise intravenös verabreicht, wenngleich

die Verabreichung auch subkutan, intramuskulär oder intradermal als Injektion erfolgen kann. Diese Zubereitungen können vorzugsweise hergestellt werden, indem die Verbindung mit Wasser gemischt wird und die erhaltene Lösung steril und mit dem Blut isotonisch gemacht wird. Injizierbare erfindungsgemäße Zusammensetzungen
5 enthalten im allgemeinen von 0,1 bis 5 Gew.-% der aktiven Verbindung.

Geeignete pharmazeutische Zusammensetzungen für die rektale Verabreichung liegen vorzugsweise als Einzeldosis-Zäpfchen vor. Diese können hergestellt werden, indem man eine Verbindung gemäß Formel I mit einem oder mehreren herkömmlichen festen
10 Trägern, beispielsweise Kakaobutter, mischt und das entstehende Gemisch in Form bringt.

Geeignete pharmazeutische Zusammensetzungen für die topische Anwendung auf der Haut liegen vorzugsweise als Salbe, Creme, Lotion, Paste, Spray, Aerosol oder Öl vor.
15 Als Träger können Vaseline, Lanolin, Polyethylenglycole, Alkohole und Kombinationen von zwei oder mehreren dieser Substanzen verwendet werden. Der Wirkstoff ist im allgemeinen in einer Konzentration von 0,1 bis 15 Gew.-% der Zusammensetzung vorhanden, beispielsweise von 0,5 bis 2%.

20 Auch eine transdermale Verabreichung ist möglich. Geeignete pharmazeutische Zusammensetzungen für transdermale Anwendungen können als einzelne Pflaster vorliegen, die für einen langzeitigen engen Kontakt mit der Epidermis des Patienten geeignet sind. Solche Pflaster enthalten geeigneterweise den Wirkstoff in einer gegebenenfalls gepufferten wässrigen Lösung, gelöst und/oder dispergiert in einem
25 Haftmittel oder dispergiert in einem Polymer. Eine geeignete Wirkstoff-Konzentration beträgt ca. 1% bis 35%, vorzugsweise ca. 3% bis 15%. Als eine besondere Möglichkeit kann der Wirkstoff, wie beispielsweise in Pharmaceutical Research, 2(6): 318 (1986) beschrieben, durch Elektrotransport oder Iontophorese freigesetzt werden.

30 Die Verbindungen der Formel I zeichnen sich durch günstige Wirkungen auf Stoffwechselstörungen aus. Sie beeinflussen den Fett- und Zuckerstoffwechsel positiv, sie senken insbesondere den Triglyceridspiegel und sind zur Prävention und

Behandlung von Typ II Diabetes und Arteriosklerose sowie deren vielfältigen Folgeerkrankungen geeignet.

Kombinationen mit anderen Medikamenten

5

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können allein oder in Kombination mit einer oder mehreren weiteren pharmakologisch wirksamen Substanzen verabreicht werden, die beispielsweise günstige Wirkungen auf Stoffwechselstörungen oder damit häufig assoziierte Erkrankungen haben. Solche Medikamente sind zum Beispiel

- 10 1. Blutzuckersenkende Medikamente, Antidiabetika,
2. Wirkstoffe zur Behandlung von Dyslipidemien,
3. Antiatherosklerotische Medikamente,
4. Antiadiposita,
5. Antiinflammatorische Wirkstoffe
- 15 6. Wirkstoffe zur Behandlung von malignen Tumoren
7. Antithrombotische Wirkstoffe
8. Wirkstoffe zur Behandlung von Bluthochdruck
9. Wirkstoffe zur Behandlung von Herzinsuffizienz sowie
10. Wirkstoffe zur Behandlung und/oder Prävention von Komplikationen, die von
- 20 Diabetes verursacht werden oder mit Diabetes assoziiert sind.

Sie können mit den erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I insbesondere zur synergistischen Wirkungsverbesserung kombiniert werden. Die Verabreichung der Wirkstoffkombination kann entweder durch getrennte Gabe der Wirkstoffe an den

25 Patienten oder in Form von Kombinationspräparaten, worin mehrere Wirkstoffe in einer pharmazeutischen Zubereitung vorliegen, erfolgen.

Beispielhaft seien genannt:

30 Antidiabetika

Geeignete Antidiabetika sind z.B. die in der Roten Liste 2001, Kapitel 12 oder USP Dictionary of USAN and International Drug Names, US Pharmacopeia, Rockville 2003, offenbart. Antidiabetika umfassen alle Insuline und Insulinderivate, wie z.B. Lantus® (siehe www.lantus.com) oder Apidra®, sowie andere schnell wirkende Insuline (siehe 5 US 6,221,633), GLP-1-Rezeptor Modulatoren, wie in WO 01/04146 beschrieben, oder auch wie z.B. diejenigen, die in WO 98/08871 von Novo Nordisk A/S offenbart wurden. Die oral wirksamen hypoglykämischen Wirkstoffe umfassen vorzugsweise Sulphonylharnstoffe, Biguanide, Meglitinide, Oxadiazolidindione, Thiazolidindione, Glukosidase-Inhibitoren, Glukagon-Antagonisten, orale GLP-1-Agonisten, DPP-IV 10 Inhibitoren, Kaliumkanalöffner, wie z.B. diejenigen, die in WO 97/26265 und WO 99/03861 offenbart wurden, Insulin-Sensitizer, Inhibitoren von Leberenzymen, die an der Stimulation der Glukoneogenese und/oder Glykogenolyse beteiligt sind, Modulatoren der Glukoseaufnahme, den Fettstoffwechsel verändernde Verbindungen, die zur Veränderung der Lipidzusammensetzung des Blutes führen, Verbindungen, die 15 die Nahrungsmiteinnahme oder Nahrungsmittelaufnahme verringern, PPAR - und PXR-Modulatoren und Wirkstoffe, die auf den ATP-abhängigen Kaliumkanal der Betazellen wirken.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in 20 Kombination mit Insulin verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit Substanzen, die Einfluss haben auf die hepatische Glukoseproduktion verabreicht, wie z.B. Glycogen Phosphorylase Inhibitoren (siehe: WO 01/94300, WO 02/096864, WO 03/084923, WO 03/084922, WO 03/104188)

25 Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Sulphonylharnstoff, wie z.B. Tolbutamid, Glibenclamid, Glipizid oder Glimepirid verabreicht.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Wirkstoff verabreicht, der auf den ATP-abhängigen Kaliumkanal der Betazellen 30 wirkt, wie z.B. Tolbutamid, Glibenclamid, Glipizid, Glimepirid oder Repaglinid..

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Biguanid, wie z.B. Metformin, verabreicht.

Bei wieder einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Meglitinid, wie z.B. Repaglinid, verabreicht.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit
5 einem Thiazolidindion, wie z.B., Ciglitazon, Pioglitazon, Rosiglitazon oder den in WO 97/41097 von Dr. Reddy's Research Foundation offenbarten Verbindungen, insbesondere 5-[[4-[(3,4-Dihydro-3-methyl-4-oxo-2-chinazolinyl)methoxy]-phenyl]methyl]-2,4-thiazolidindion, verabreicht.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit
10 einem DPPIV Inhibitor, wie z.B. in WO98/19998, WO99/61431, WO99/67278, WO99/67279, WO01/72290, WO 02/38541, WO03/040174 beschrieben, insbesondere P 93/01 (1-Cyclopentyl-3-methyl-1-oxo-2-pentanammonium chlorid), P-31/98, LAF237 (1-[2-[3-Hydroxyadamant-1-ylamino]acetyl]pyrrolidin-2-(S)-carbonitril), TS021 ((2S, 4S)-4-Fluoro-1-[[[(2-hydroxy-1,1-dimethylethyl)amino]-acetyl]-pyrrolidin-2-carbonitril
15 monobenzenesulfonat)

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem PPARgamma Agonist, wie z.B. Rosiglitazon, Pioglitazon, verabreicht.

20

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit Verbindungen mit inhibitorischer Wirkung auf SGLT-1 und/oder 2, wie z.B. in PCT/EP03/06841, PCT/EP03/13454 und PCT/EP03/13455 direkt oder indirekt offenbart, verabreicht.

25

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem α -Glukosidase-Inhibitor, wie z.B. Miglitol oder Acarbose, verabreicht.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit mehr als einer der vorstehend genannten Verbindungen, z.B. in Kombination mit
30 einem Sulphonylharnstoff und Metformin, einem Sulphonylharnstoff und Acarbose, Repaglinid und Metformin, Insulin und einem Sulphonylharnstoff, Insulin und Metformin, Insulin und Troglitazon, Insulin und Lovastatin, etc. verabreicht.

Lipidmodulatoren

5 Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem HMGCoA-Reduktase Inhibitor wie Lovastatin, Fluvastatin, Pravastatin, Simvastatin, Ivastatin, Itavastatin, Atorvastatin, Rosuvastatin verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in
10 Kombination mit einem Gallensäureresorptionsinhibitor verabreicht (siehe z.B. US 6,245,744, US 6,221,897, US 6,277,831, EP 0683 773, EP 0683 774).

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem polymeren Gallensäureadsorber, wie z.B. Cholestyramin,
15 Colesevelam, verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Cholesterinresorptionsinhibitor, wie z.B. in WO 0250027 beschrieben, oder Ezetimibe, Tiqueside, Pamaqueside verabreicht.

20

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem LDL-Rezeptorinduktor (siehe z.B. US 6,342,512) verabreicht.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit
25 Ballaststoffen, vorzugsweise unlöslichen Ballaststoffen (siehe z.B. Carob/ Caromax[®] (Zunft H J; et al., Carob pulp preparation for treatment of hypercholesterolemia, ADVANCES IN THERAPY (2001 Sep-Oct), 18(5), 230-6)); Caromax ist ein Carob enthaltendes Produkt der Fa. Nutrinova, Nutrition Specialties & Food Ingredients GmbH, Industriepark Höchst, 65926 Frankfurt / Main) verabreicht. Die Kombination mit
30 Caromax[®] kann in einer Zubereitung erfolgen, oder durch getrennte Gabe von Verbindungen der Formel I und Caromax[®]. Caromax[®] kann dabei auch in Form von Lebensmitteln, wie z.B. in Backwaren oder Müsliriegeln, verabreicht werden.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem PPARalpha Agonist verabreicht.

- 5 Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem gemischten PPAR alpha/gamma Agonisten, wie z.B. AZ 242 (Tesaglitazar, (S)-3-(4-[2-(4-Methansulfonyloxyphenyl)ethoxy]phenyl)-2-ethoxypropionsäure), BMS 298585 (N-[(4-Methoxyphenoxy)carbonyl]-N-[[4-[2-(5-methyl-2-phenyl-4-oxazolyl)ethoxy]phenyl]methyl]glycin) oder wie in WO 99/62872, 10 WO 99/62871, WO 01/40171, WO 01/40169, WO96/38428, WO 01/81327, WO 01/21602, WO 03/020269, WO 00/64888 oder WO 00/64876 beschrieben, verabreicht.

- Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in 15 Kombination mit einem Fibrat, wie z.B. Fenofibrat, Gemfibrozil, Clofibrat, Bezafibrat, verabreicht.

- Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit Nicotinsäure bzw. Niacin verabreicht.

20

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem CETP-Inhibitor, z.B. CP- 529, 414 (Torcetrapib), verabreicht.

- Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in 25 Kombination mit einem ACAT-Inhibitor verabreicht

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem MTP-Inhibitor, wie z.B. Implitapide, verabreicht.

- 30 Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Antioxidanz verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Lipoprotein-Lipase Inhibitor, verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in
5 Kombination mit einem ATP-Citrat-Lyase Inhibitor verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Squalen Synthetase Inhibitor verabreicht.

10 Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Lipoprotein(a) Antagonist verabreicht.

Antiobesita

15

Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit einem Lipase Inhibitor, wie z.B. Orlistat, verabreicht.

Bei einer Ausführungsform ist der weitere Wirkstoff Fenfluramin oder Dexfenfluramin.

20 Bei noch einer Ausführungsform ist der weitere Wirkstoff Sibutramin.

Bei einer weiteren Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit CART-Modulatoren (siehe "Cocaine-amphetamine-regulated transcript influences energy metabolism, anxiety and gastric emptying in mice"

25 Asakawa, A, et al., M.:Hormone and Metabolic Research (2001), 33(9), 554-558), NPY-Antagonisten z.B. Naphthalin-1-sulfonsäure {4-[(4-amino-quinazolin-2-ylamino)-methyl]-cyclohexylmethyl}-amid; hydrochlorid (CGP 71683A)), MC4-Agonisten (z.B. 1-Amino-1,2,3,4-tetrahydro-naphthalin-2-carbonsäure [2-(3a-benzyl-2-methyl-3-oxo-2,3,3a,4,6,7-hexahydro-pyrazolo[4,3-c]pyridin-5-yl)-1-(4-chloro-phenyl)-2-oxo-ethyl]-amid; (WO 01/91752)) , Orexin-Antagonisten (z.B. 1-(2-Methyl-benzoxazol-6-yl)-3-[1,5]naphthyridin-4-yl-harnstoff; hydrochloride (SB-334867-A)), H3-Agonisten (3-Cyclohexyl-1-(4,4-dimethyl-1,4,6,7-tetrahydro-imidazo[4,5-c]pyridin-5-yl)-propan-1-on

Oxalsäuresalz (WO 00/63208)); TNF-Agonisten, CRF-Antagonisten (z.B. [2-Methyl-9-(2,4,6-trimethyl-phenyl)-9H-1,3,9-triaza-fluoren-4-yl]-dipropyl-amin (WO 00/66585)), CRF BP-Antagonisten (z.B. Urocortin), Urocortin-Agonisten, β 3-Agonisten (z.B. 1-(4-Chloro-3-methanesulfonylmethyl-phenyl)-2-[2-(2,3-dimethyl-1H-indol-6-yloxy)-ethylamino]-ethanol; hydrochloride (WO 01/83451)), MSH (Melanocyt-stimulierendes Hormon)-Agonisten, CCK-A Agonisten (z.B. {2-[4-(4-Chloro-2,5-dimethoxy-phenyl)-5-(2-cyclohexyl-ethyl)-thiazol-2-ylcarbamoyl]-5,7-dimethyl-indol-1-yl}-acetic acid Trifluoressigsäuresalz (WO 99/15525)); Serotonin-Wiederaufnahme-Inhibitoren (z.B. Dexfenfluramine), gemischte Serotonin- und noradrenerge Verbindungen (z.B. WO 00/71549), 5HT-Agonisten z.B. 1-(3-Ethyl-benzofuran-7-yl)-piperazin Oxalsäuresalz (WO 01/09111), Bombesin-Agonisten, Galanin-Antagonisten, Wachstumshormon (z.B. humanes Wachstumshormon), Wachstumshormon freisetzende Verbindungen (6-Benzyloxy-1-(2-diisopropylamino-ethylcarbamoyl)-3,4-dihydro-1H-isoquinoline-2-carboxylic acid tert-butyl ester (WO 01/85695)), TRH-Agonisten (siehe z.B. EP 0 462 884) entkoppelnde Protein 2- oder 3-Modulatoren, Leptinagonisten (siehe z.B. Lee, Daniel W.; Leinung, Matthew C.; Rozhavskaya-Arena, Marina; Grasso, Patricia. Leptin agonists as a potential approach to the treatment of obesity. *Drugs of the Future* (2001), 26(9), 873-881), DA-Agonisten (Bromocriptin, Doprexin), Lipase/Amylase-Inhibitoren (z.B. WO 00/40569), PPAR-Modulatoren (z.B. WO 00/78312), RXR-Modulatoren oder TR- β -Agonisten verabreicht.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist der weitere Wirkstoff Leptin.

Bei einer Ausführungsform ist der weitere Wirkstoff Dexamphetamin, Amphetamin, Mazindol oder Phentermin:

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit Medikamenten mit Wirkungen auf das Herz-Kreislauf- und das Blutgefäß-System, verabreicht, wie z.B. ACE-Hemmer (z.B. Ramipril), Medikamente, die auf das Angiotensin-Renin-System wirken, Calcium-Antagonisten, Beta-Blocker etc.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit anti-entzündlich wirkenden Medikamenten verabreicht.

Bei einer Ausführungsform werden die Verbindungen der Formel I in Kombination mit
5 Medikamenten, die zur Krebstherapie und Krebsprävention eingesetzt werden, verabreicht.

Es versteht sich, dass jede geeignete Kombination der erfindungsgemäßen Verbindungen mit einer oder mehreren der vorstehend genannten Verbindungen und
10 wahlweise einer oder mehreren weiteren pharmakologisch wirksamen Substanzen als unter den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallend angesehen wird.

15 Die Wirksamkeit der Verbindungen wurde wie folgt getestet:

Bestimmung von EC50-Werten von PPAR-Agonisten im zellulären PPARalpha - Test

20

Prinzip

Für die Analyse der Wirkstärke von Substanzen, die an humanes PPARalpha binden und es in agonistischer Weise aktivieren, wird eine stabil transfizierte HEK-Zelllinie
25 (HEK= human embryo kidney) benutzt, die hier als PPARalpha-Reporterzelllinie bezeichnet wird. Sie enthält zwei genetische Elemente, ein Luziferase-Reporterelement (pdeltaM-GAL4-Luc-Zeo) und ein PPARalpha-Fusionsprotein (GR-GAL4-humanPPARalpha-LBD), welches die Expression des Luziferase-Reporterelementes in Abhängigkeit eines PPARalpha-Liganden vermittelt. Das stabil
30 und konstitutiv exprimierte Fusionsprotein GR-GAL4-humanPPARalpha-LBD bindet im Zellkern der PPARalpha-Reporterzelllinie über den GAL4-Proteinanteil an die GAL4-DNA-Bindungsmotive 5'-oberhalb des Luziferase-Reporterelementes, das im Genom

der Zelllinie integriert ist. Ohne Zugabe eines PPARalpha-Liganden ist die Expression des Luziferase-Reportergens nur gering, sofern im Test fettsäuredepletiertes fötales Kälberserum (cs-FKS) verwendet wird. PPARalpha-Liganden binden und aktivieren das PPARalpha-Fusionsprotein und bewirken darüber die Expression des
5 Luciferasereportergens. Die gebildete Luziferase lässt sich über ein entsprechendes Substrat mittels Chemilumineszenz nachweisen.

Konstruktion der Zelllinie

- 10 Die PPARalpha-Reporterzelllinie wurde in 2 Stufen hergestellt: Zuerst wurde das Luziferase-Reporterelement konstruiert und stabil in HEK-Zellen transfiziert. Dazu wurden fünf Bindungsstellen des Hefe-Transkriptionsfaktors GAL4 (jeweils 5'-CGGAGTACTGTCCTCCGAG-3') 5'-oberhalb eines 68 bp langen minimalen MMTV-Promotors (Genbank-Accession # V01175) einkloniert. Der minimale MMTV-
- 15 Promotorabschnitt enthält eine CCAAT-Box und ein TATA-Element, um eine effiziente Transkription durch die RNA-Polymerase II zu ermöglichen. Die Klonierung und Sequenzierung des GAL4-MMTV-Konstruktes erfolgte analog wie bei Sambrook J. et. al. beschrieben (Molecular cloning, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989). Danach wurde 3'-unterhalb des GAL4-MMTV-Elementes das gesamte Luziferasegen
- 20 von Photinus pyralis (Genbank-Accession # M15077) einkloniert. Nach der Sequenzierung wurde das aus fünf GAL4-Bindungsstellen, MMTV-Promotor und Luziferasegen bestehende Luziferase-Reporterelement in ein Zeocin-Resistenz vermittelndes Plasmid umkloniert, um zu dem Plasmid pdeltaM-GAL4-Luc-Zeo zu gelangen. Dieser Vektor wurde nach den Angaben in Ausubel, F.M. et al. (Current
- 25 protocols in molecular biology, Vol. 1-3, John Wiley & Sons, Inc., 1995) in HEK-Zellen transfiziert. Danach wurde unter Verwendung von zeocinhaltigem Medium (0,5 mg/ml) ein geeigneter stabiler Zellklon selektioniert, der eine möglichst niedrige Basalexpression des Luziferasegens zeigte.
- In einem zweiten Schritt wurde das PPARalpha-Fusionsprotein (GR-GAL4-
- 30 humanPPARalpha-LBD in den beschriebenen stabilen Zellklon eingebracht. Dazu wurde zunächst die für die N-terminalen 76 Aminosäuren des Glukocorticoid-Rezeptors (Genbank-Accession # P04150) kodierende cDNA mit dem für die

Aminosäuren 1-147 des Hefetranskriptionsfaktors GAL4 (Genbank-Accession # P04386) kodierenden cDNA-Abschnitt verknüpft. Am 3'-Ende dieses GR-GAL4-Konstruktes wurde die cDNA der Ligandenbindungsdomäne des humanen PPARalpha-Rezeptors einkloniert (Aminosäuren S167-Y468; Genbank-Accession # S74349). Das so hergestellte Fusionskonstrukt (GR-GAL4-humanPPARalpha-LBD) wurde in das Plasmid pcDNA3 (Firma Invitrogen) umkloniert, um darin eine konstitutive Expression durch den Cytomegalovirus-Promotor zu ermöglichen. Dieses Plasmid wurde mit einer Restriktionsendonuklease linearisiert und stabil in den bereits beschriebenen, das Luziferase-Reporterelement enthaltenden Zellklon transfiziert.

10 Durch Selektion mit Zeocin (0,5 mg/ml) und G418 (0,5 mg/ml) wurde die fertige PPARalpha-Reporterzelllinie isoliert, die ein Luziferase-Reporterelement enthält und konstitutiv das PPARalpha-Fusionsprotein (GR-GAL4-humanPPARalpha-LBD) exprimiert.

15 Durchführung des Tests

Die Aktivität von PPARalpha-Agonisten wird in einem 3-Tagestest bestimmt, der nachfolgend beschrieben ist:

20 Tag 1

Die PPARalpha-Reporterzelllinie wird bis zu einer 80 %-igen Konfluenz in DMEM-Medium (# 41965-039, Invitrogen) kultiviert, das mit folgenden Zusätzen versetzt ist: 10% cs-FKS (fötales Kälberserum; #SH-30068.03, Hyclone), 0,5 mg/ml Zeocin (#R250-01, Invitrogen), 0,5 mg/ml G418 (#10131-027, Invitrogen), 1% Penicillin-Streptomycin-Lösung (#15140-122, Invitrogen) und 2 mM L-Glutamin (#25030-024, Invitrogen). Die Kultivierung erfolgt in Standard-Zellkulturflaschen (# 353112, Becton Dickinson) in einem Zellkulturbrutschrank bei 37°C in Anwesenheit von 5% CO₂. Die zu 80% konfluenten Zellen werden einmal mit 15 ml PBS gewaschen (#14190-094, Invitrogen), mit 3 ml Trypsinlösung (#25300-054, Invitrogen) für 2 min bei 37°C

25 behandelt, in 5 ml des beschriebenen DMEM-Mediums aufgenommen und in einem Zellzählgerät gezählt. Nach der Verdünnung auf 500.000 Zellen/ml werden jeweils 35.000 Zellen pro well einer 96 well-Mikrotiterplatte mit klarem Plastikboden (#3610,

30

Corning Costar) ausgesät. Die Platten werden für 24 h in einem Zellkulturbrutschrank bei 37°C und 5% CO₂ inkubiert.

Tag 2

5 Zu testende PPARalpha-Agonisten werden in einer Konzentration von 10 mM in DMSO gelöst. Diese Stocklösung wird in DMEM-Medium (#41965-039, Invitrogen) verdünnt, das mit 5 % cs-FKS (#SH-30068.03, Hyclone), 2 mM L-Glutamin (#25030-024, Invitrogen) und den bereits beschriebenen Antibiotika (Zeocin, G418, Penicillin und Streptomycin) versetzt ist.

10 Testsubstanzen werden in 11 verschiedenen Konzentrationen im Bereich von 10 µM bis 100 pM getestet. Potentere Verbindungen werden in Konzentrationsbereichen von 1 µM bis 10 pM oder zwischen 100 nM und 1 pM geprüft.

Das Medium der an Tag 1 ausgesäten PPARalpha-Reporterzelllinie wird vollständig abgesaugt und die in Medium verdünnten Testsubstanzen sofort zu den Zellen

15 zugegeben. Die Verdünnung und Zugabe der Substanzen erfolgt mit einem Roboter (Beckman FX). Das Endvolumen der in Medium verdünnten Testsubstanzen beträgt 100 µl pro well einer 96 well-Mikrotiterplatte. Die DMSO-Konzentration in dem Test beträgt unter 0.1 % v/v, um zelltoxische Effekte des Lösungsmittels zu vermeiden.

Jede Platte wurde mit einem Standard PPARalpha-Agonisten belegt, der ebenfalls in
20 11 verschiedenen Konzentrationen verdünnt wird, um die Funktionsfähigkeit des Tests in jeder Einzelplatte nachzuweisen. Die Testplatten werden für 24 h in einem Brutschrank bei 37 °C und 5 % CO₂ inkubiert.

Tag3

25 Die mit den Testsubstanzen behandelten PPARalpha-Reporterzellen werden aus dem Brutschrank entnommen und das Medium abgesaugt. Zur Lyse der Zellen werden 50 µl Bright Glo Reagents (Firma Promega) pro well einer 96-well Mikrotiterplatte zupipettiert. Nach einer 10 minütigen Inkubation im Dunkeln bei Raumtemperatur werden die Mikrotiterplatten im Lumineszenzmeßgerät (Trilux der Firma Wallac)
30 gemessen. Die Messzeit pro well einer Mikrotiterplatte beträgt 1 sec.

Auswertung

Die Rohdaten des Lumineszenzmeßgerätes werden in ein Microsoft Excel-File transferiert. Dosis-Wirkungskurven und EC50-Werte von PPAR-Agonisten werden mit dem Program XL.Fit nach Vorgabe des Herstellers (Firma IDBS) berechnet.

5

Die PPARalpha-EC50-Werte für die Verbindungen der Beispiele 1 bis 15 liegen in diesem Assay im Bereich von 0,04nM bis >10 µM.

Die Ergebnisse für die Aktivität einiger erfindungsgemäßer Verbindungen der Formel I
10 sind in der folgenden Tabelle I angegeben:

Tabelle I

Beispiel Nr.	EC50 PPARalpha [nM]
1	1,1
2	1,0
3	0,56
5	0,38
9	8,8
10	74
11	28

Aus der Tabelle I ist ersichtlich, dass die erfindungsgemäßen Verbindungen der
15 Formel I den PPARalpha-Rezeptor aktivieren und damit zum Beispiel analog zu klinisch verwendeten Fibraten im Organismus eine Triglyceridsenkung bewirken (siehe z.B. J.-Ch. Fruchard et al.: PPARs, Metabolic Disease and Atherosclerosis, Pharmacological Research, Vol. 44, No. 5, 345-52, 2001; S. Kersten et al.: Roles of PPARs in health and disease, NATURE, VOL 405, 25 MAY 2000, 421-4; I. Pineda et
20 al.: Peroxisome proliferator-activated receptors: from transcriptional control to clinical practice, Curr Opin Lipidol 12: 2001, 245-254).

Bestimmung von EC50-Werten von PPAR-Agonisten im zellulären PPARgamma -

Test

Prinzip

5

Zur Bestimmung der zellulären PPARgamma Aktivität von PPAR-Agonisten wird ein transientes Transfektionssystem eingesetzt. Es basiert auf der Verwendung eines Luziferase-Reporterplasmides (pGL3basic-5xGAL4-TK) und eines PPARgamma-Expressionsplasmides (pcDNA3-GAL4-humanPPARgammaLBD). Beide Plasmide werden vorübergehend (= transient) in humane embryonale Nierenzellen (HEK-Zellen) transfiziert. In diesen Zellen wird dann das Fusionsprotein GAL4-humanPPARgammaLBD exprimiert, das an die GAL4-Bindungsstellen des Reporterplasmides bindet. In Anwesenheit eines PPARgamma-aktiven Liganden wird durch das aktivierte Fusionsprotein GAL4-humanPPARgammaLBD die Expression des Luziferase-Reportergens induziert, was sich nach Zugabe eines Luziferasesubstrates in Form eines Chemilumineszenzsignals nachweisen lässt. Im Unterschied zur stabil transfizierten PPARalpha-Reporterzelllinie werden beim zellulären PPARgamma-Test die beiden Komponenten (Luziferase-Reporterplasmid und PPARgamma-Expressionsplasmid) transient in HEK-Zellen transfiziert, weil die stabile und permanente Expression des PPARgamma-Fusionsproteins zelltoxisch ist.

Konstruktion der Plasmide

Das Luziferase-Reporterplasmid pGL3basic-5xGAL4-TK basiert auf dem Vektor pGL3basic der Firma Promega. Zur Herstellung des Reporterplasmides wurden fünf Bindungsstellen des Hefe-Transkriptionsfaktors GAL4 (jede Bindungsstelle mit der Sequenz 5'-CTCGGAGGACAGTACTCCG-3'), 5'-oberhalb zusammen mit einem 160 bp langen Thymidinkinase-Promotorabschnitt (Genbank-Accession # AF027128) in pGL3basic einkloniert. 3'-unterhalb des Thymidinkinasepromotors liegt das gesamte Luziferasegen von Photinus pyralis (Genbank-Accession # M15077), welches bereits Bestandteil des verwendeten Plasmides pGL3basic ist. Die Klonierung und Sequenzierung des Reporterplasmides pGL3basic-5xGAL4-TK erfolgte analog wie bei

Sambrook J. et. al. beschrieben (Molecular cloning, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989).

Zur Herstellung des PPARgamma-Expressionsplasmides pcDNA3-GAL4-humanPPARgammaLBD wurde in das Plasmid pcDNA3 (Firma Invitrogen) 3'-

5 unterhalb des Cytomegalovirus-Promotors zunächst die für die Aminosäuren 1-147 des Hefetranskriptionsfaktors GAL4 (Genbank-Accession # P04386) kodierende cDNA einkloniert. 3'-unterhalb der GAL4-DNA-Bindungsdomäne wurde anschließend die cDNA der Ligandenbindungsdomäne (LBD) des humanen PPARgamma-Rezeptors kloniert (Aminosäuren 1152-Y475; Accession # g1480099). Klonierung und

10 Sequenzierung des PPARgamma-Expressionsplasmides pcDNA3-GAL4-humanPPARgammaLBD erfolgten wiederum analog wie bei Sambrook J. et. al. beschrieben (Molecular cloning, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989).

Neben dem Luziferase-Reporterplasmid pGL3basic-5xGAL4-TK und dem PPARgamma-Expressionsplasmid pcDNA3-GAL4-humanPPARgammaLBD werden

15 für den zellulären PPARgamma-Test noch das Referenzplasmid pRL-CMV (Firma Promega), sowie das Plasmid pBluescript-SK(+) der Firma Stratagene verwendet. Alle vier Plasmide wurden vor der Transfektion in HEK-Zellen mit einem Plasmidpräparationskit der Firma Qiagen präpariert, der eine möglichst endotoxinfreie Plasmidqualität gewährleistet.

20

Durchführung des Tests

Die Aktivität von PPARgamma-Agonisten wird in einem 4-Tagestest bestimmt, der nachfolgend beschrieben ist. Vor der Transfektion werden HEK-Zellen in DMEM-

25 Medium (# 41965-039, Invitrogen) kultiviert, das mit folgenden Zusätzen versetzt ist: 10% FKS (#16000-044, Invitrogen), 1% Penicillin-Streptomycin-Lösung (#15140-122, Invitrogen) und 2 mM L-Glutamin (#25030-024, Invitrogen).

Tag 1

30 Zunächst wird Lösung A hergestellt, ein Transfektionsgemisch, das neben DMEM-Medium alle vier bereits beschriebenen Plasmide enthält. Für einen Test werden pro 96-well Mikrotiterplatte folgende Mengen zum Ansetzen von 3 ml Lösung A verwendet:

- 2622 µl antibiotika- und serumfreies DMEM-Medium (# 41965-039, Invitrogen), 100 µl Referenzplasmid pRL-CMV (1 ng/µl), 100 µl Luziferase-Reporterplasmid pGL3basic-5xGAL4-TK (10 ng/µl), 100 µl PPARgamma-Expressionsplasmid pcDNA3-GAL4-humanPPARgammaLBD (100 ng/µl) und 78 µl Plasmid pBluescript-SK(+) (500 ng/µl).
- 5 Danach werden pro 96-well Mikrotiterplatte 2 ml Lösung B durch Mischen von 1,9 ml DMEM-Medium (# 41965-039, Invitrogen) mit 100 µl PolyFect-Transfektionsreagens (Firma Qiagen) hergestellt. Anschließend werden 3 ml Lösung A mit 2 ml Lösung B zu 5 ml Lösung C versetzt, durch mehrfaches Pipettieren gründlich gemischt und für 10 min bei Raumtemperatur inkubiert.
- 10 80% konfluente HEK-Zellen aus einer 175 cm² großen Zellkulturflasche werden einmal mit 15 ml PBS gewaschen (#14190-094, Invitrogen) und mit 3 ml Trypsinlösung (#25300-054, Invitrogen) für 2 min bei 37°C behandelt. Danach werden die Zellen in 15 ml DMEM-Medium (# 41965-039, Invitrogen) aufgenommen, welches mit 10% FKS (# 16000-044, Invitrogen), 1% Penicillin-Streptomycin-Lösung (#15140-122, Invitrogen)
- 15 und 2 mM L-Glutamin (#25030-024, Invitrogen) versetzt ist. Nach dem Zählen der Zellsuspension im Zellzählgerät wird die Suspension auf 250.000 Zellen/ml verdünnt. Für 1 Mikrotiterplatte werden 15 ml dieser Zellsuspension mit 5 ml der Lösung C vermengt. Pro well einer 96 well-Mikrotiterplatte mit klarem Plastikboden (#3610, Corning Costar) werden 200 µl der Suspension ausgesät. Die Platten werden für 24 h
- 20 in einem Zellkulturbrutschrank bei 37°C und 5 % CO₂ inkubiert.

Tag 2

- Zu testende PPAR-Agonisten werden in einer Konzentration von 10 mM in DMSO gelöst. Diese Stocklösung wird in DMEM-Medium (# 41965-039, Invitrogen) verdünnt,
- 25 welches mit 2 % Ultrosor (#12039-012, Biosepra), 1 % Penicillin-Streptomycin-Lösung (#15140-122, Invitrogen) und 2 mM L-Glutamin (#25030-024, Invitrogen) versetzt ist. Testsubstanzen werden in insgesamt 11 verschiedenen Konzentrationen im Bereich von 10 µM bis 100 pM getestet. Potentere Verbindungen werden in Konzentrationsbereichen von 1 µM bis 10 pM geprüft.
- 30 Das Medium der an Tag 1 transfizierten und ausgesäten HEK-Zellen wird vollständig abgesaugt und die in Medium verdünnten Testsubstanzen sofort zu den Zellen zugegeben. Die Verdünnung und Zugabe der Substanzen erfolgt mit einem Roboter

(Beckman FX). Das Endvolumen der in Medium verdünnten Testsubstanzen beträgt 100 µl pro well einer 96 well-Mikrotiterplatte. Jede Platte wird mit einem Standard PPARgamma-Agonisten belegt, der ebenfalls in 11 verschiedenen Konzentrationen verdünnt wird, um die Funktionsfähigkeit des Tests in jeder Einzelplatte nachzuweisen.

5 Die Testplatten werden für 48 h in einem Brutschrank bei 37 °C und 5 % CO₂ inkubiert.

Tag 4

Nach dem Absaugen des Mediums werden gemäß den Angaben des Herstellers pro well je 50 µl Dual-Glo™ Reagens (Dual-Glo™ Luciferase Assay System; Firma

10 Promega) zugegeben, um die Zellen zu lysieren und das Substrat für die in den Zellen gebildete Firefly-Luziferase (Photinus pyralis) zur Verfügung zu stellen. Nach einer 10 minütigen Inkubation im Dunkeln bei Raumtemperatur wird die Firefly-Luziferase-vermittelte Chemilumineszenz im Messgerät gemessen (1 sec. Meßzeit/well; Trilux der Firma Wallac). Danach wird pro well je 50 µl des Dual-Glo™ Stop & Glo Reagens

15 (Dual-Glo™ Luciferase Assay System; Firma Promega) zugegeben, um die Aktivität der Firefly-Luziferase abzustoppen und das Substrat für die vom Referenzplasmid pRL-CMV aus exprimierten Renilla-Luciferase zur Verfügung zu stellen. Nach einer weiteren 10 minütigen Inkubation im Dunkeln bei Raumtemperatur wird erneut für 1 sec/well die durch die Renilla-Luziferase vermittelte Chemilumineszenz im Messgerät

20 gemessen.

Auswertung

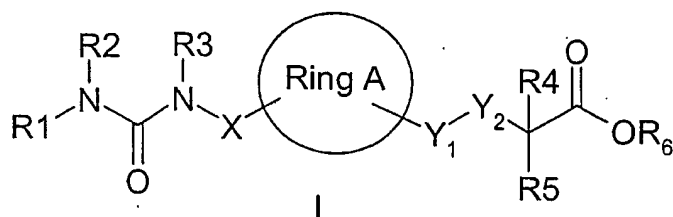
Die Rohdaten des Lumineszenzmeßgerätes werden in ein Microsoft Excel-File

25 transferiert. Für jeden Meßpunkt, der sich von einem well der Mikrotiterplatte ableitet, wird der Quotient Firefly/Renilla-Luciferaseaktivität bestimmt. Aus den Quotienten werden die Dosis-Wirkungskurven und EC50-Werte von PPAR-Agonisten mit dem Program XL.Fit nach Vorgabe des Herstellers (Firma IDBS) berechnet.

Mit den in dieser Anmeldung beschriebenen PPAR-Agonisten wurden PPARgamma-

30 EC50-Werte im Bereich von 160nM bis >10 µM gemessen.

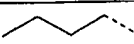
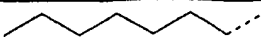
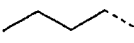
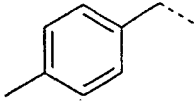
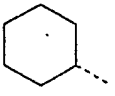
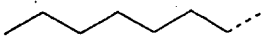
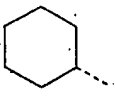
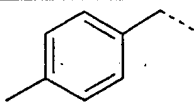
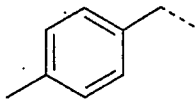
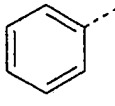
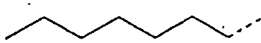
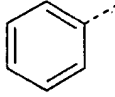
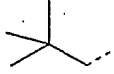
Die erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I können nach folgenden Reaktionsschemata erhalten werden:



5 Tabelle II:

In den folgenden Beispielen ist R1 = H, X = CH₂-CH₂-O, R6 = H und Ring A = cis-Cyclohexan-1,3-diyl.

Bsp.	R2 ^b	R3 ^b	Y1	Y2	-R4	-R5
1			-	(CH ₂) ₂	-C ₂ H ₅	-H
2			-	(CH ₂) ₂	-C ₂ H ₅	-H
3			-	(CH ₂) ₂	-C ₂ H ₅	-H
4			-	(CH ₂) ₂	-C ₂ H ₅	-H
5			-	(CH ₂) ₂	-CH(CH ₃) ₂	-H
6			-	(CH ₂) ₂	-CH(CH ₃) ₂	-H
7			-	(CH ₂) ₂	-CH(CH ₃) ₂	-H
8			-	(CH ₂) ₂	-CH(CH ₃) ₂	-H

Bsp.	R2 ^b	R3 ^b	Y1	Y2	-R4	-R5
9			-	(CH ₂) ₂	-CH ₃	-CH ₃
10			-	(CH ₂) ₂	-CH ₃	-CH ₃
11			-	(CH ₂) ₂	-CH ₃	-CH ₃
12			-	(CH ₂) ₂	-CH ₃	-CH ₃
13	H ₅ C ₂ -		CO	-NH-	-CH(CH ₃) ₂ ^a	-H
14			CO	-NH-	-CH(CH ₃) ₂ ^a	-H
15			CO	-NH-	-CH(CH ₃) ₂ ^a	-H

^a Das Stereozentrum, das die Isopropylgruppe trägt, ist in diesen Beispielen S-konfiguriert.

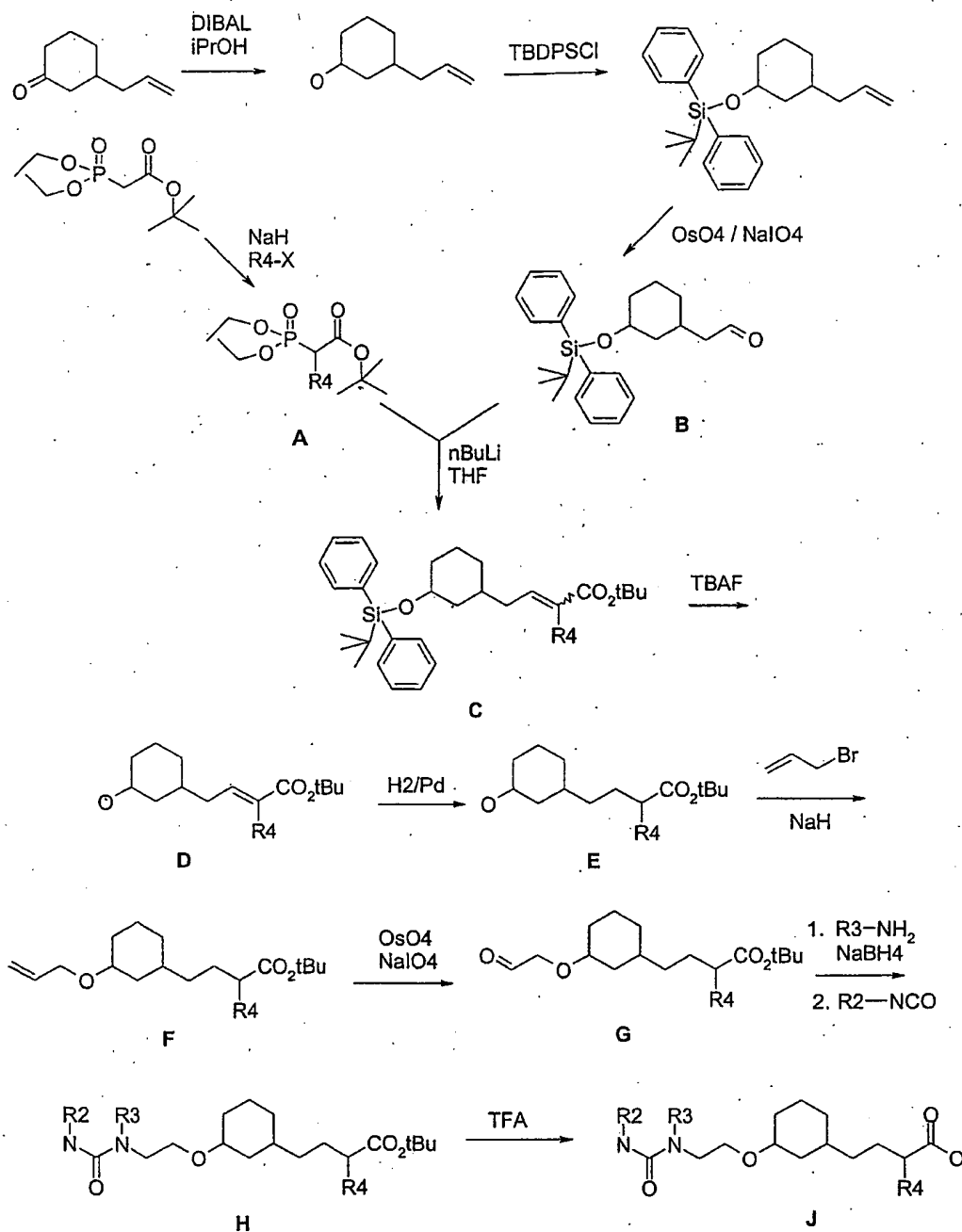
^b Die gestrichelte Linie gibt die Verknüpfungsstelle mit dem Substituenten an.

5

Gegenstand der Erfindung sind weiterhin Verfahren zur Herstellung der Verbindungen der allgemeinen Formel I, die entsprechend den folgenden Reaktionsschemata A, B und C erhalten werden:

10

Verfahren A:



5 Es wird die Verbindung der allgemeinen Formel A, wobei R₄ die oben beschriebene Bedeutung hat, in Tetrahydrofuran bei -78. °C mit *n*Butyllithium deprotoniert und

anschließend bei dieser Temperatur mit der Verbindung B versetzt, wobei eine Verbindung der allgemeinen Formel C erhalten wird.

Die Verbindung C wird dann mit Tetrabutylammoniumfluoridlösung in Tetrahydrofuran zur Verbindung D umgesetzt. Diese wird mit Wasserstoff an Palladium auf Kohle zur Verbindung E hydriert. Die Verbindung E wird mit Natriumhydrid in Dimethylformamid deprotoniert, mit Allylbromid versetzt und bei Raumtemperatur mehrere Stunden gerührt, wobei die Verbindung F erhalten wird. Diese wird mit Osmiumtetroxid und Natriumperiodat in Diethylether zum Aldehyd G umgesetzt.

10

Die Verbindung G wird dann mit einem primären Amin R_3-NH_2 , wobei R_3 die oben beschriebene Bedeutung hat, und Natriumborhydrid in Methanol bei $0^\circ C$ gerührt, aufgearbeitet und anschließend in Dimethylformamid mit einem Isocyanat der allgemeinen Formel R_2-NCO , wobei R_2 die oben beschriebene Bedeutung hat, zur Verbindung der allgemeinen Formel H umgesetzt.

15

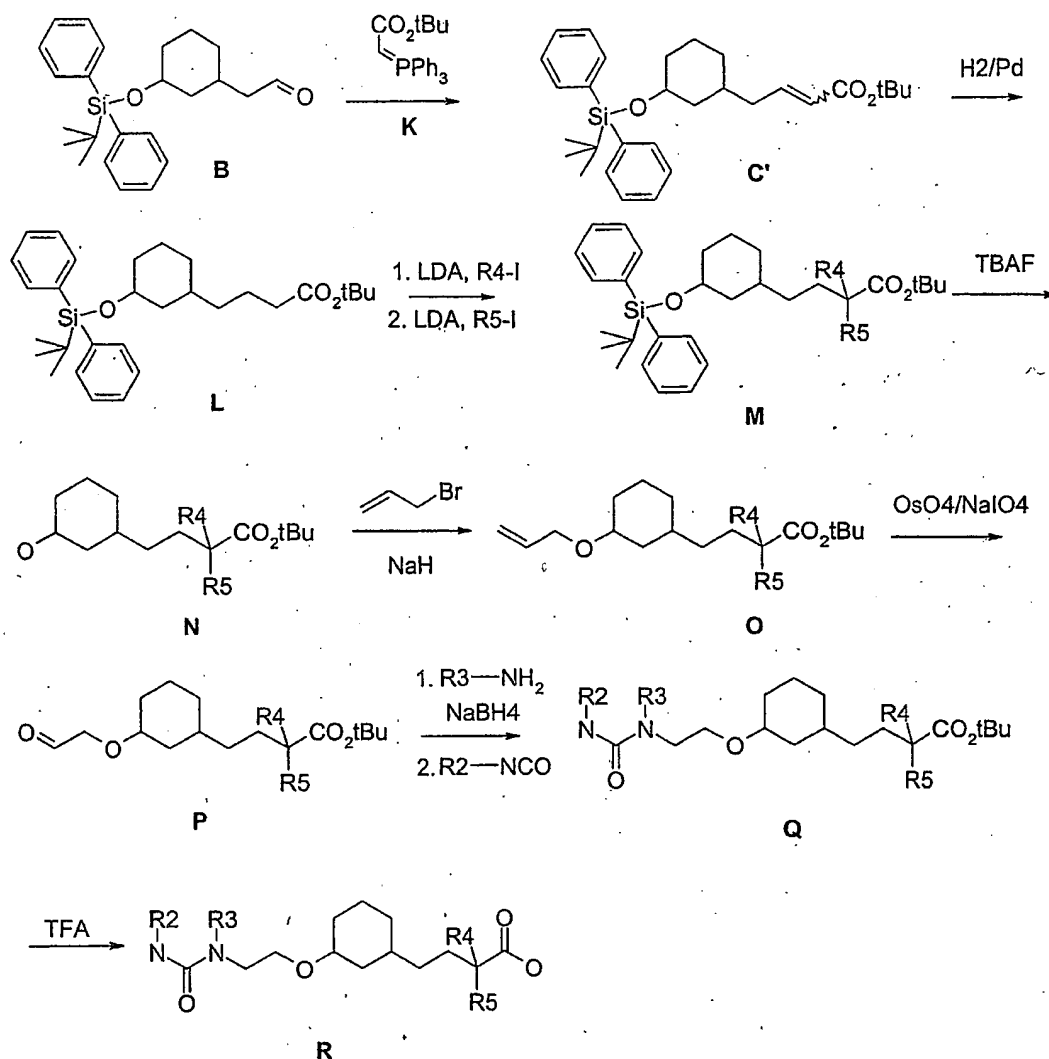
Zur Spaltung des tert-Butylesters wird die Verbindung H in Trifluoressigsäure mehrere Stunden bei Raumtemperatur gerührt, wobei die Verbindung der allgemeinen Formel J erhalten wird.

20

Mit diesem Verfahren können die Verbindungen der Beispiele 1 bis 8 synthetisiert werden.

25

Verfahren B:



Die Verbindung B (siehe Verfahren A) wird mit der Verbindung der allgemeinen Formel 5 K zur Verbindung C', wobei $\text{R4} = \text{H}$ ist, umgesetzt. Diese wird mit Wasserstoff an Palladium auf Kohle zur Verbindung L hydriert.

Die Verbindung L wird mit Lithiumdiisopropylamid in Tetrahydrofuran bei 0°C deprotoniert und anschließend einem Alkyljodid der allgemeinen Formel R4-I , wobei R4 die oben beschriebene Bedeutung haben kann, umgesetzt. Nach Aufarbeitung wird diese Verbindung dann erneut mit Lithiumdiisopropylamid in Tetrahydrofuran bei 0°C deprotoniert und anschließend mit einem Alkyljodid der allgemeinen Formel R5-I ,

wobei R5 die oben beschriebene Bedeutung haben kann, zur Verbindung der allgemeinen Formel M umgesetzt.

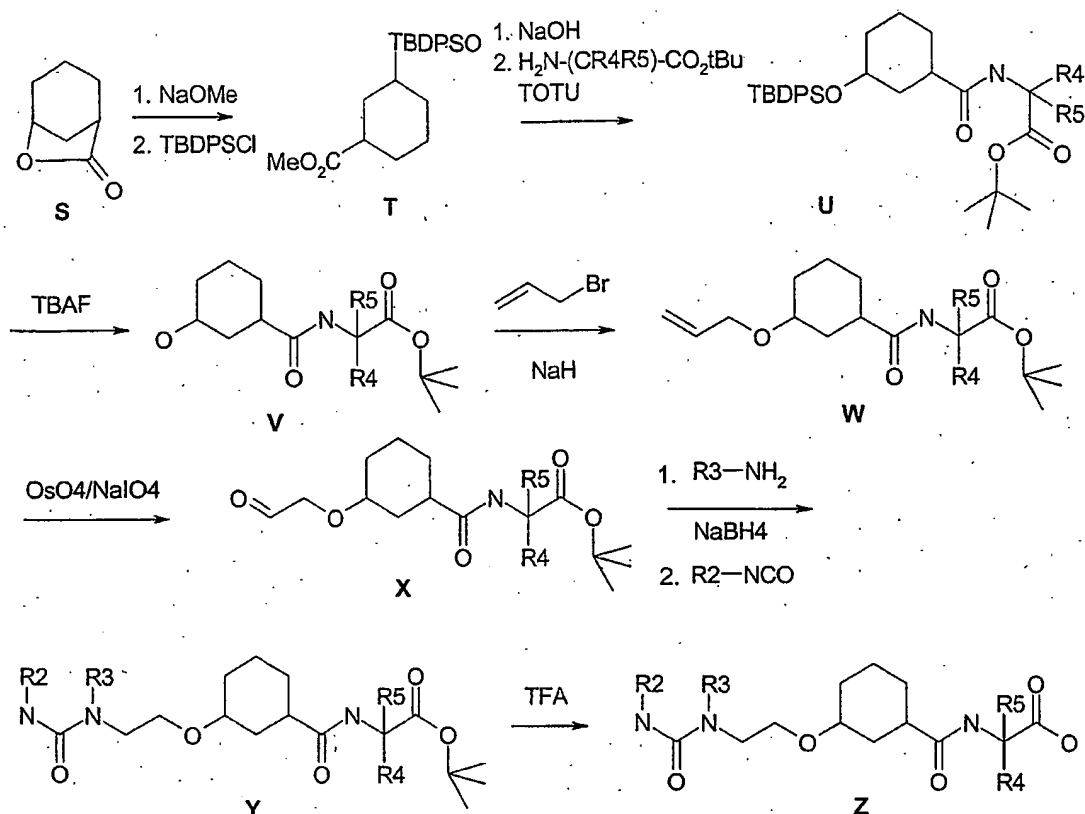
Die Verbindung M wird mit Tetrabutylammoniumfluorid in Tetrahydrofuran zur Verbindung N umgesetzt, die mit Natriumhydrid in Dimethylformamid deprotoniert und
5 mit Allylbromid zur Verbindung O umgesetzt wird. Diese wird mit Osmiumtetroxid und Natriumperiodat in Diethylether zur Verbindung P umgesetzt.

Die Verbindung P wird dann mit einem primären Amin der allgemeinen Formel R3-NH₂, wobei R3 die oben beschriebene Bedeutung hat, und Natriumborhydrid in
10 Methanol bei 0°C gerührt, aufgearbeitet und anschließend in Dimethylformamid mit einem Isocyanat der allgemeinen Formel R2-NCO, wobei R2 die oben beschriebene Bedeutung hat, zur Verbindung der allgemeinen Formel Q umgesetzt.

Zur Spaltung des tert-Butylesters wird die Verbindung Q in Trifluoressigsäure mehrere
15 Stunden bei Raumtemperatur gerührt, wobei die Verbindung der allgemeinen Formel R erhalten wird.

Mit diesem Verfahren können die Verbindungen der Beispiele 9 bis 12 synthetisiert werden.

Verfahren C:



Die Verbindung S wird bei Raumtemperatur in Methanol mit Natriummethanolat 5 gerührt. Nach Aufarbeitung wird das Produkt mit tert-Butyldiphenylsilylchlorid und Imidazol in Dimethylformamid bei Raumtemperatur zur Verbindung T umgesetzt.

Die Verbindung T wird in Isopropanol mit Natriumhydroxid 1 Stunde bei 60 °C gerührt. Nach Aufarbeitung wird das Produkt in Dimethylformamid mit einem tert-Butylester 10 einer α -Aminosäure, Hydroxybenzotriazol, Diisopropylethylamin und O-[Cyan(ethoxycarbonyl)methylenamino]-1,1,3,3,-tetramethyluronium-tetrafluoroborat (TOTU) zum Produkt der allgemeinen Formel U, worin R4 und R5 die oben beschriebene Bedeutung haben, umgesetzt.

15 Die Verbindung U wird mit Tetrabutylammoniumfluorid in Tetrahydrofuran zur Verbindung V umgesetzt. Diese wird mit Natriumhydrid in Dimethylformamid

deprotoniert und mit Allylbromid zur Verbindung W alkyliert. Anschließend wird mit Osmiumtetroxid und Natriumperiodat in Diethylether die terminale Doppelbindung zum Aldehyd X gespalten.

- 5 Die Verbindung X wird mit einem primären Amin der allgemeinen Formel R_3-NH_2 , wobei R_2 die oben beschriebene Bedeutung hat, in Methanol mit Natriumborhydrid umgesetzt, aufgearbeitet und anschließend in Dimethylformamid mit einem Isocyanat der allgemeinen Formel R_2-NCO , wobei R_2 die oben beschriebene Bedeutung hat, zur Verbindung Y umgesetzt. Diese wird durch Rühren in Trifluoressigsäure zum Produkt
10 Z umgesetzt.

Nach diesem Verfahren können die Beispiele 13 bis 15 synthetisiert werden.

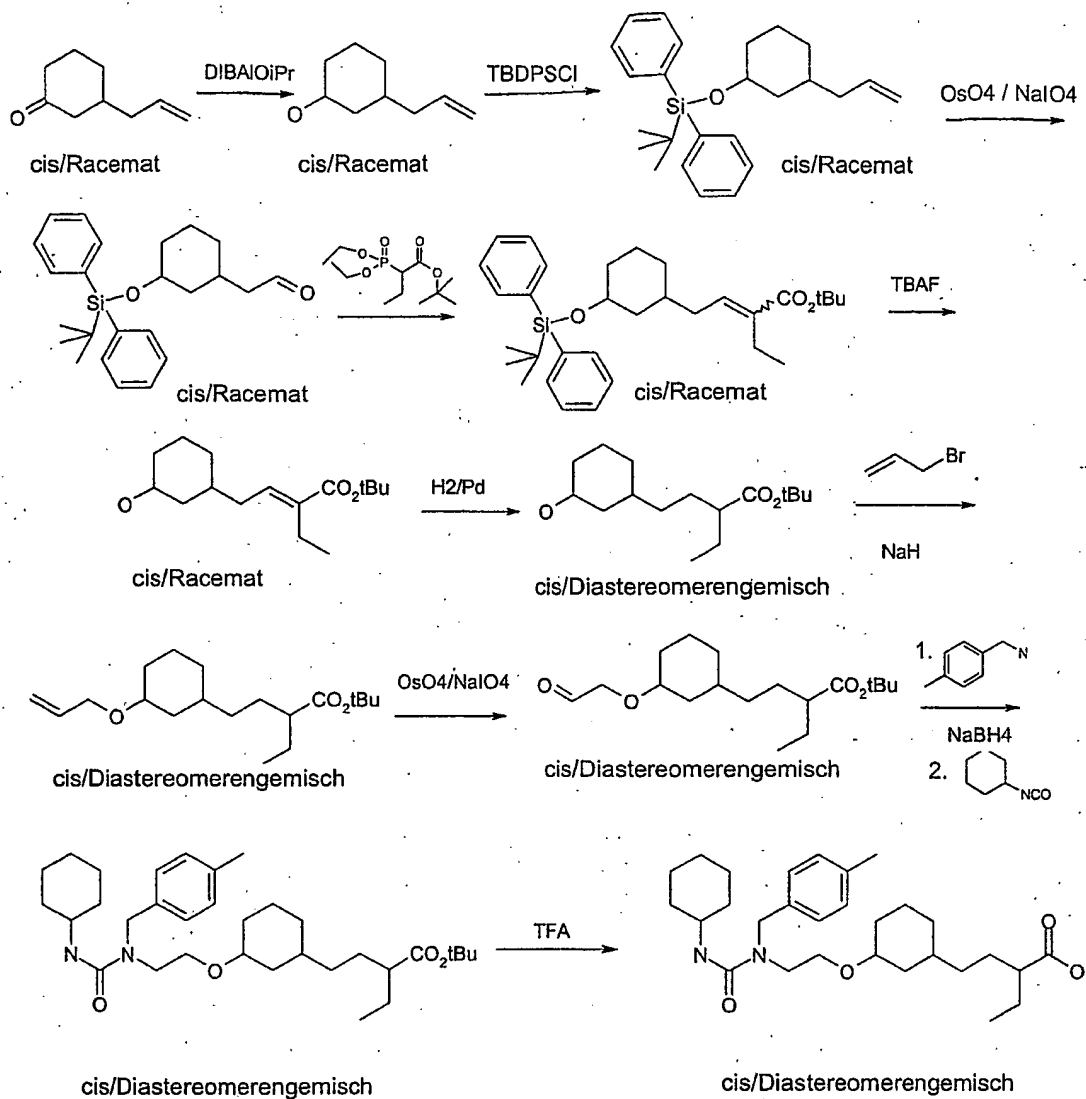
- Andere Verbindungen der Formel I können entsprechend oder nach bekannten
15 Verfahren hergestellt werden.

Die nachfolgend aufgeführten Beispiele dienen zur Erläuterung der Erfindung, ohne
20 diese jedoch einzuschränken.

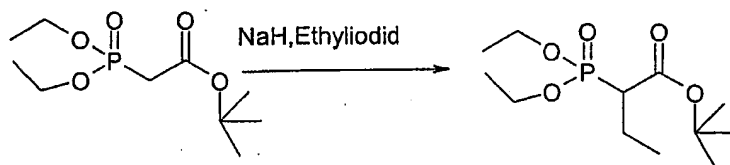
Im folgenden werden die Synthesen der Beispielvebindungen beschrieben.

25 **Beispiel 1**

4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2-ethyl-butyr-säure



2-(Diethoxy-phosphoryl)-butyrsäure-tert-butylester



cis/Racemat

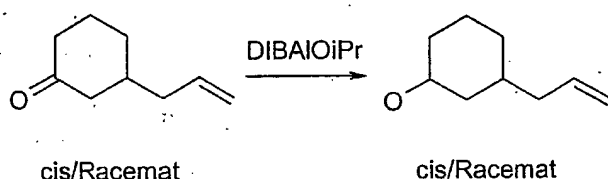
5

9.3 ml tert-Butyl-diethylphosphonoacetat werden in 80 ml Dimethylformamid gelöst und bei 0°C portionsweise mit 1.38 g Natriumhydrid (60%ig in Paraffinöl) versetzt. Die

Suspension wird 15 Minuten bei 0°C gerührt und dann mit 4.02 ml Ethyliodid versetzt. Es wird 12 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Dann werden 250 ml Ethylacetat zugegeben und das Reaktionsgemisch dreimal mit je 150 ml Wasser gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und im Vakuum eingeeengt.

- 5 Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 5:1 gereinigt. Man erhält 6.43 g 2-(Diethoxy-phosphoryl)-butyrsäure-tert-butylester als Öl. C₁₃H₂₇O₅P (294.33), ¹H-NMR (CDCl₃, δ= ppm): 4.15 (q, 4H), 2.73 (ddd, 1H), 2.0 – 1.8 (m, 2H), 1.49, (s, 9H), 1.35 (q, 6H), 1.00 (t, 3H).

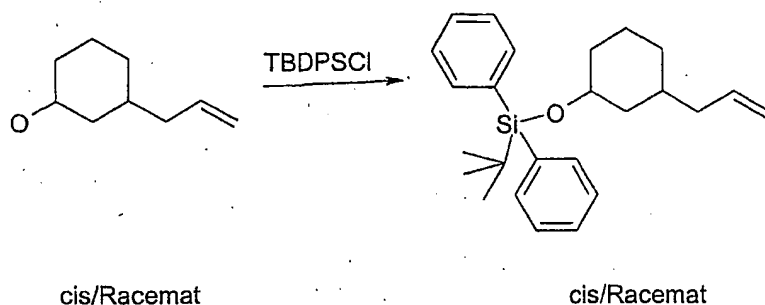
10 cis-3-Allyl-cyclohexanol



- 87 ml einer 1 molaren Lösung von Lithiumdiisobutylaluminiumhydrid in n-Hexan werden in 100 ml Diethylether gelöst und bei 0°C mit 7 ml Isopropanol versetzt. Nach
 15 beendeter Gasentwicklung werden 12.4 g 3-Allylcyclohexanon, gelöst in 50 ml Diethylether, zugegeben. Man rührt 48 Stunden bei Raumtemperatur nach. Das Reaktionsgemisch wird durch Zugabe 1M Salzsäure abgelöscht, die wäßrige Phase mit Natriumchlorid gesättigt und fünfmal mit je 200 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit 2N Natriumhydroxid-Lauge gewaschen,
 20 über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 15:1 => 5:1 gereinigt. Man erhält 6.8 g cis-3-Allyl-cyclohexanol als Öl. C₉H₁₆O (140.23), MS(ESI): 141 (M+H⁺), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 2:1) = 0.22.

25 (cis-3-Allyl-cyclohexyloxy)-tert-butyl-diphenyl-silane

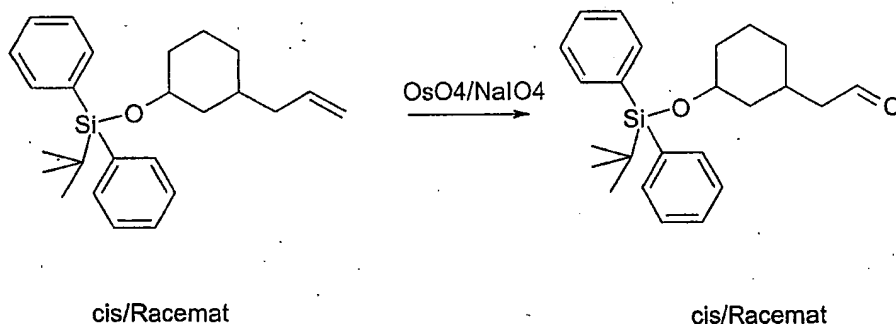
41



6.8 g cis-3-Allyl-cyclohexanol werden mit 15 ml tert-Butyldiphenylsilylchlorid, 5g Imidazol und 200 mg Dimethylaminopyridin in 100 ml Dimethylformamid gelöst und 12 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Es werden 400 ml Methyl-tert-buthylether zum Reaktionsgemisch gegeben und dreimal mit Wasser gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Man erhält 20.5 g (cis-3-Allyl-cyclohexyloxy)-tert-butyl-diphenylsilane als Öl. $C_{25}H_{34}O$ (378.64), MS(ESI): 379 ($M+H^+$), R_f (n-Heptan:Ethylacetat = 2:1) = 0.93.

10

[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyde

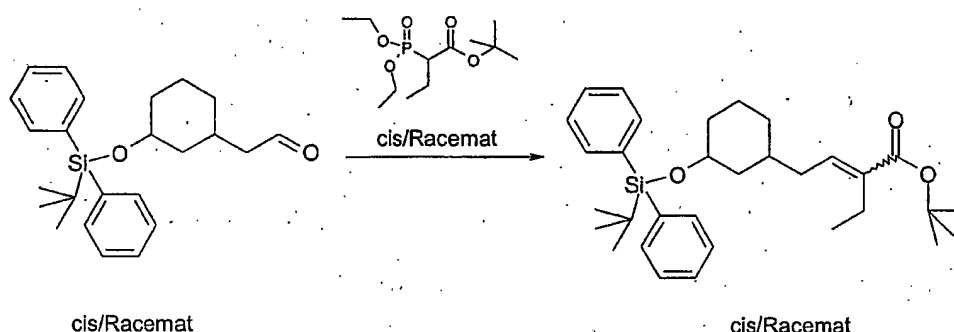


5.5 g (cis-3-Allyl-cyclohexyloxy)-tert-butyl-diphenyl-silane werden in 100 ml Diethylether gelöst und mit 9.4 g Natriumperiodat, gelöst in 100 ml Wasser, versetzt. Man gibt bei 0°C 15 ml einer Osmiumtetroxid-Lösung (2.5 Gewichts% in tert-Butanol) hinzu und rührt kräftig bei Raumtemperatur nach. Nach 5 Stunden werden weiter 5g Natriumperiodat zugegeben und nochmals 3 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Danach wird das Reaktionsgemisch durch Zugabe von 300 ml Methyl-tert-buthylether verdünnt und mit gesättigter Natriumthiosulfat-Lösung gewaschen. Die organische

Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Man erhält 6 g [cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyde als gelbbraunes Öl. $C_{24}H_{32}O_2Si$ (380.61), MS(ESI): 381 ($M+H^+$), R_f (n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.44.

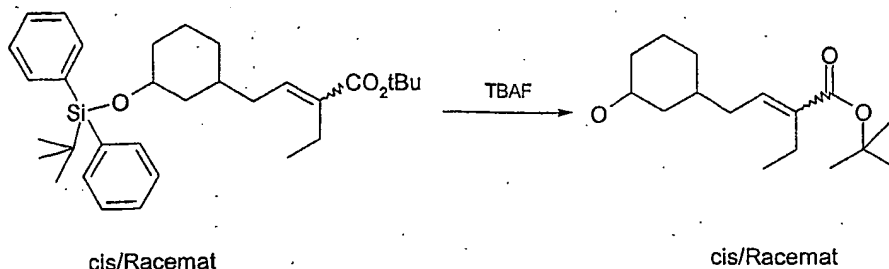
5

4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-2-ethyl-but-2-ensäure tert-butylester



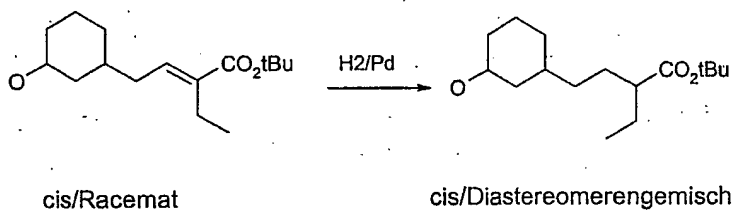
- 10 6.43 g 2-(Diethoxy-phosphoryl)-butyrsäure-tert-butylester werden in 90 ml Tetrahydrofuran gelöst und bei $-20^{\circ}C$ mit 7.32 ml einer 2.7 M Lösung von n-Butyllithium in n-Hexan versetzt. Nach 1 Stunde Rühren bei $-20^{\circ}C$ wird 4.36 g [cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyd, gelöst in 40 ml Tetrahydrofuran, zugegeben. Das Reaktionsgemisch wird langsam auf
- 15 Raumtemperatur erwärmt. Dann werden 50 ml Wasser zugegeben und dreimal mit je 200 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 30:1 gereinigt. Man erhält 3.11 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-2-ethyl-
- 20 but-2-ensäure-tert-butylester als Öl. $C_{32}H_{46}O_3Si$ (506.81), R_f (n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.73.

2-Ethyl-4-(cis-3-hydroxy-cyclohexyl)-but-2-ensäure tert-butylester



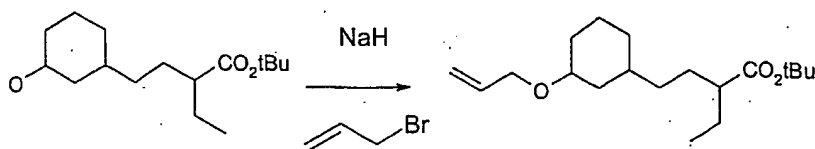
1. 3.11 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-2-ethyl-but-2-ensäure tert-butylester werden in 20 ml Tetrahydrofuran gelöst und mit 15.7 ml einer 1M Lösung von Tetrabutylammoniumfluorid in Tetrahydrofuran versetzt. Es wird 2 Stunden bei 5 60°C gerührt. Das Reaktionsgemisch wird im Vakuum eingeeengt und an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 30:1 => Ethylacetat gereinigt. Man erhält 1.65 g 2-Ethyl-4-(cis-3-hydroxy-cyclohexyl)-but-2-ensäure-tert-butylester als Öl. C₁₆H₂₈O₃ (268.40), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.07.

10 2-Ethyl-4-(cis-3-hydroxy-cyclohexyl)-butyrsäure tert-butylester



1.65 g 2-Ethyl-4-(cis-3-hydroxy-cyclohexyl)-but-2-ensäure-tert-butylester werden in 50 ml Methanol gelöst und mit 100 mg Perlman's Katalysator versetzt. Man rührt 24
15 Stunden unter einer Wasserstoffatmosphäre nach. Der Katalysator wird über Celite abfiltriert und anschließend das Filtrat im Vakuum eingengt. Man erhält 1.49 2-Ethyl-4-(cis-3-hydroxy-cyclohexyl)-butyrsäure tert-butylester als farbloses Öl. C₁₆H₃₀O₃ (270.40), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.10.

20 4-(Cis-3-Allyloxy-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrssäure-tert-butyl ester



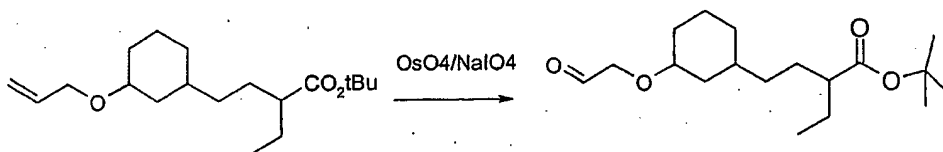
cis/Diastereomerengemisch

cis/Diastereomerengemisch

1.19 g 2-Ethyl-4-(cis-3-hydroxy-cyclohexyl)-butyrsäure tert-butylester werden in 50 ml Dimethylformamid gelöst und mit 210 mg g Natriumhydrid (60%ig in Paraffinöl) versetzt. Die Suspension wird 15 Minuten bei Raumtemperatur gerührt und dann mit 5 1.6 ml Allylbromid versetzt. Nach einer Stunde werden weitere 320 mg Natriumhydrid zugesetzt. Nach 12 Stunden Rühren bei Raumtemperatur werden 320 mg Natriumhydrid, gefolgt von 1.6 ml Allylbromid nachdosiert. Es werden weitere 12 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Nach Zugabe von 200 ml Methyl-tert-butylether wird das Gemisch dreimal mit je 100 ml Wasser gewaschen, die organische Phase 10 wird abgetrennt und über Magnesiumsulfat getrocknet. Das Lösungsmittel wird im Vakuum entfernt. Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 60:1 => 30:1 gereinigt. Man erhält 770 mg 4-(cis-3-Allyloxy-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrsäure-tert-butylester als Öl. C₁₉H₃₄O₃ (310.48), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.48.

15

2-Ethyl-4-[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexyl]-butyrsäure- tert-butylester



cis/Diastereomerengemisch

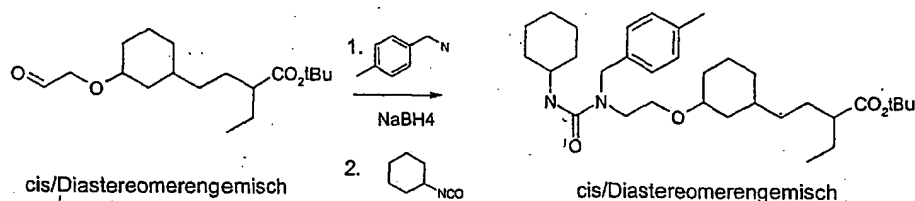
cis/Diastereomerengemisch

770 mg 4-(cis-3-Allyloxy-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrsäure-tert-butylester werden in 50 ml Diethylether gelöst und mit 1.59 g Natriumperiodat, gelöst in 50 ml Wasser versetzt. 20 Man gibt bei 0°C 2.56 ml einer Osmiumtetroxid-Lösung (2.5 Gewichts% in tert-Butanol) hinzu und rührt kräftig bei Raumtemperatur nach. Nach 9 Stunden werden weitere 12.8 ml der Osmiumtetroxid-Lösung zugegeben und weitere 3 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Es werden 200 ml Methyl-tert-butylether zugegeben und mit einer gesättigten Natriumthiosulfat-Lösung gewaschen. Die organische Phase wird

über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Man erhält 710 mg 2-Ethyl-4-[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexyl]-butyrsäure-tert-butylester als gelbbraunes Öl. $C_{18}H_{32}O_4$ (312.45), R_f (n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.15.

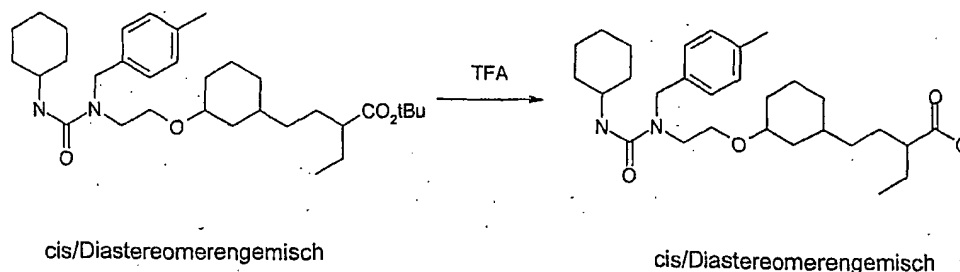
5

4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrssäure-tert-butylester



- 10 380 mg des Aldehyds 2-Ethyl-4-[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexyl]-butyrsäure-tert-butylester werden mit 0.14 ml 4-Methylbenzylamin in 5 ml Methanol gelöst. Man gibt 400 mg ausgeheiztes Molekularsieb 4 Angström hinzu und rührt zwei Stunden bei Raumtemperatur. Anschließend gibt man 55 mg Natriumborhydrid zum Reaktionsgemisch. Nach 30 Minuten wird das Gemisch über Celite vom Molekularsieb
- 15 abfiltriert. Das Filtrat wird im Vakuum eingeeengt. Der Rückstand wird in 8 ml Dimethylformamid gelöst und mit 0.11 ml Cyclohexylisocyanat versetzt. Nach 12 Stunden wird das Dimethylformamid im Vakuum entfernt und der Rückstand an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 9:1 => 7:1 gereinigt. Man erhält 160 mg des Harnstoffs 4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-
- 20 cyclohexyl)-2-ethyl-butyrssäure-tert-butylester als Öl. $C_{33}H_{54}N_2O_4$ (542.81), MS(ESI): 543 ($M + H^+$).

4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrssäure

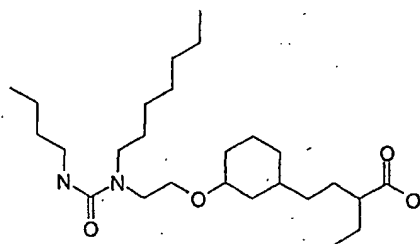


160 mg 4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrssäure-tert-butylester werden in 16 ml Dichlormethan gelöst und mit 4 ml Trifluoressigsäure versetzt. Man rührt 12 Stunden bei Raumtemperatur nach. Dann werden 50 ml Toluol zugegeben und die Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Der Rückstand wird mittels RP-HPLC gereinigt. Nach Gefriertrocknung erhält man 123 mg 4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2-ethyl-butyrssäure als farbloses Öl. C₂₉H₄₆N₂O₄ (486.70), MS(ESI): 487 (M + H⁺).

10

Beispiel 2

Analog zu Beispiel 1 wurde aus 2-Ethyl-4-[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexyl]-butyrssäure-tert-butylester, Heptylamin und Butylisocyanat 4-{cis-3-[2-(3-Butyl-1-heptyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexyl}-2-ethyl-butyrssäure erhalten.



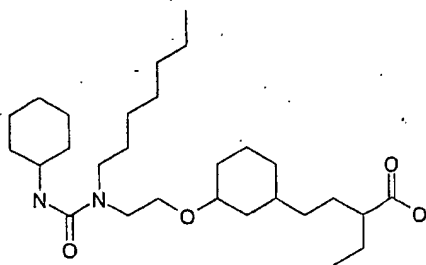
15

cis/Diastereomerengemisch

C₂₆H₅₀N₂O₄ (454.70), MS(ESI): 455 (M + H⁺).

Beispiel 3

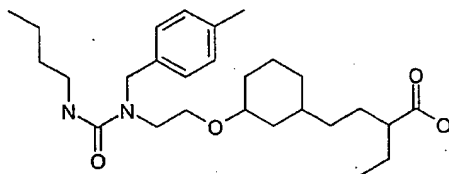
Analog zu Beispiel 1 wurde aus 2-Ethyl-4-[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexyl]-butyrssäure-tert-butylester, Heptylamin und Cyclohexylisocyanat 4-{cis-3-[2-(3-Cyclohexyl-1-heptyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexyl}-2-ethyl-butyrssäure erhalten.



cis/Diastereomerenmischung

C₂₈H₅₂N₂O₄ (480.74), MS(ESI): 481 (M + H⁺).**Beispiel 4**

5 Analog zu Beispiel 1 wurde aus 2-Ethyl-4-[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexyl]-butyrsäure-tert-butylester, p-Methylbenzylamin und Butylisocyanat 4-(cis-3-{2-[3-Butyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2-ethyl- butyrsäure erhalten.



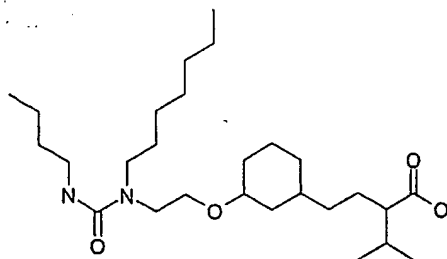
cis/Diastereomerenmischung

C₂₇H₄₄N₂O₄ (460.66), MS(ESI): 461 (M + H⁺).

10

Beispiel 5

Analog zu Beispiel 1 wurde aus tert-Butyl-diethylphosphonoacetat, Isopropyljodid, [cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyd, Heptylamin und Butylisocyanat 2-(2-{cis-3-[2-(3-Butyl-1-heptyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexyl}-ethyl)-3-methyl- butyrsäure erhalten.

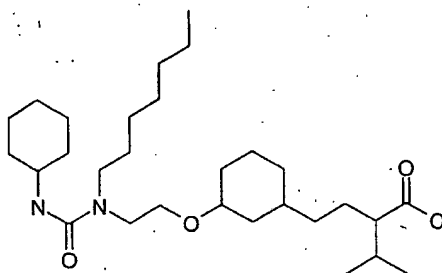


cis/Diastereomerenmischung

C₂₇H₅₂N₂O₄ (468.73), MS(ESI): 469 (M + H⁺).

Beispiel 6

- 5 Analog zu Beispiel 1 wurde aus tert-Butyl-diethylphosphonoacetat, Isopropyljodid, [cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyd, Heptylamin und Cyclohexylisocyanat 2-(2-[cis-3-[2-(3-Cyclohexyl-1-heptyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexyl]-ethyl)-3-methyl-butyrssäure erhalten

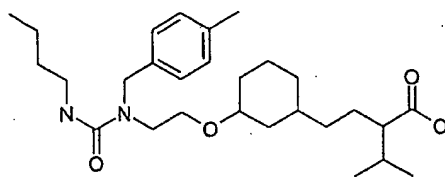


cis/Diastereomerengemisch

- 10 C₂₉H₅₄N₂O₄ (494.76), MS(ESI): 495 (M + H⁺).

Beispiel 7

- Analog zu Beispiel 1 wurde aus tert-Butyl-diethylphosphonoacetat, Isopropyljodid, [cis-15 3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyd, p-Methylbenzylamin und Butylisocyanat 2-[2-(cis-3-[2-[3-Butyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy]-cyclohexyl)-ethyl]-3-methyl-butyrssäure erhalten.

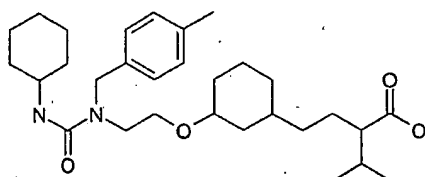


cis/Diastereomerengemisch

- 20 C₂₈H₄₆N₂O₄ (474.69), MS(ESI): 475 (M + H⁺).

Beispiel 8

Analog zu Beispiel 1 wurde aus tert-Butyl-diethylphosphonoacetat, Isopropyljodid, [cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyd, p-Methylbenzylamin und
 5 Cyclohexylisocyanat 2-[2-(cis-3-[2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy]-cyclohexyl)-ethyl]-3-methyl- butyrsäure erhalten.



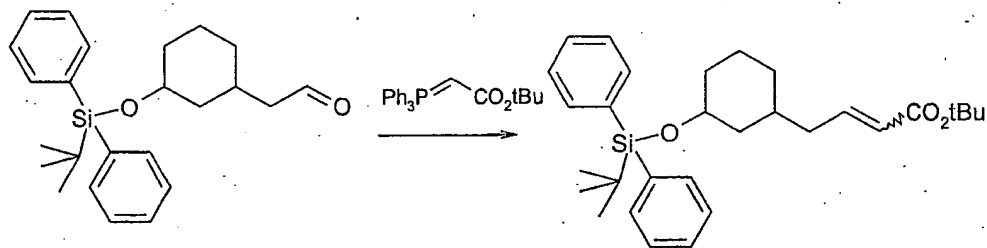
cis/Diastereomerengemisch

C₃₀H₄₈N₂O₄ (500.73), MS(ESI): 501 (M + H⁺).

10

Beispiel 9

4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-but-2-ensäure-tert-butylester

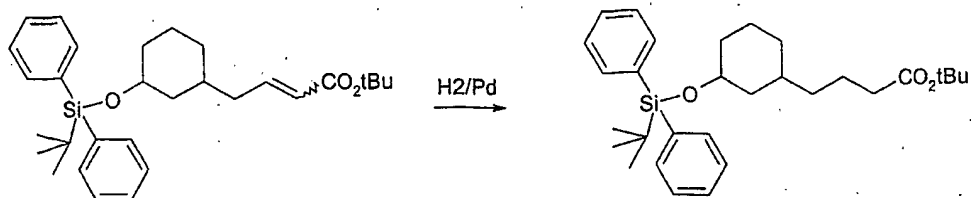


cis/Racemat

cis/Diastereomerengemisch

- 15 3.4 g [cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-acetaldehyd werden in 100 ml Dichlormethan gelöst und mit 5g (Triphenylphosphoranylidene)-essigsäure-tert-butylester versetzt. Es wird 1 Stunde unter Rückfluss zum Sieden erhitzt. Das Gemisch wird mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen, über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt.
- 20 Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 20:1 gereinigt. Man erhält 2.4 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-but-2-ensäure- tert-butylester als Öl. C₃₀H₄₂O₃Si (478.75), MS(ESI): 479 (M+H⁺), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 5:1) = 0.56.

4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-butansäure-tert-butylester



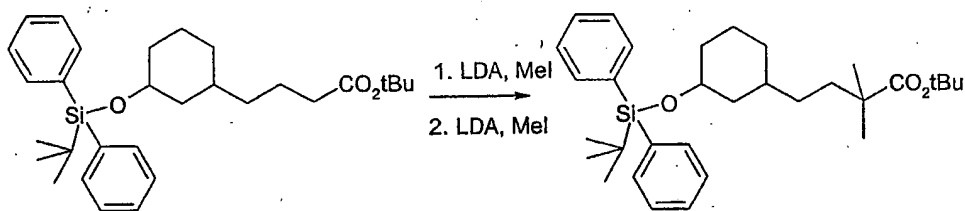
cis/Diastereomergemisch

cis/Racemat

2.4 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-but-2-ensäure- tert-butylester
 5 werden in 35 ml Methanol gelöst und mit 200 mg Pd (10% auf Aktivkohle) versetzt. Es
 wird unter einer Wasserstoffatmosphäre 7 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Der
 Katalysator wird über Celite abfiltriert und das Filtrat im Vakuum eingedunstet. Man erhält
 2.3 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-butansäure- tert-butylester als
 Öl. C₃₀H₄₄O₃Si (480.75), MS(ESI): 481 (M+H⁺).

10

4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-2,2-dimethyl-butensäure-tert-butylester



cis/Racemat

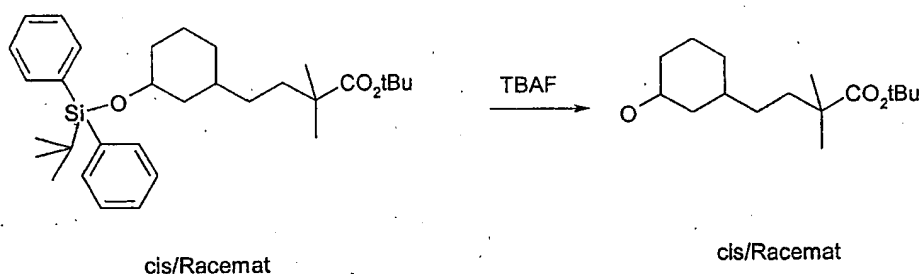
cis/Racemat

15

2 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-butansäure- tert-butylester
 werden in 20 ml Tetrahydrofuran gelöst und bei -78°C mit 3.1 ml einer 2M Lösung von
 Lithiumdiisopropylamid in Tetrahydrofuran versetzt. Man rührt 2 Stunden bei -78°C
 nach, dann wird das Reaktionsgemisch auf -30 °C erwärmt und mit 1.6 ml Methyljodid
 20 versetzt. Innerhalb von 12 Stunden lässt man auf Raumtemperatur erwärmen. Danach
 wird das Reaktionsgemisch durch Zugabe von 150 ml Methyl-tert-buthylether verdünnt

und mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 10:1 gereinigt. Man erhält 2.1 g des Monomethylierten Produktes. Dieses Produkt wird
 5 in 20 ml Tetrahydrofuran gelöst und bei -78°C mit 6 ml einer 2M Lösung von Lithiumdiisopropylamid in Tetrahydrofuran versetzt. Man rührt 2 Stunden bei -78°C nach, dann wird das Reaktionsgemisch auf 0°C erwärmt und nach 10 Minuten bei 0°C mit 2.5 ml Methyljodid versetzt. Innerhalb von 12 Stunden lässt man auf Raumtemperatur erwärmen. Danach wird das Reaktionsgemisch durch Zugabe von
 10 150 ml Methyl-tert-buthylether verdünnt und mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 10:1 gereinigt. Man erhält 1.8 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester als
 15 Öl. $\text{C}_{32}\text{H}_{48}\text{O}_3\text{Si}$ (508.82), $R_f(\text{n-Heptan:Ethylacetat} = 5:1) = 0.49$.

4-(cis-3-Hydroxy-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester

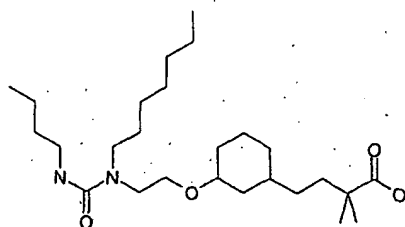


20

2 g 4-[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexyl]-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester werden in 10 ml Tetrahydrofuran gelöst und mit 8 ml einer 1 M Lösung von Tetrabutylammoniumfluorid in Tetrahydrofuran versetzt. Man rührt 2 Stunden bei 60°C nach. Das Reaktionsgemisch wird im Vakuum eingeeengt und an Kieselgel mit dem
 25 Laufmittel n-Heptan:Ethylacetat = 20:1 \Rightarrow 1:1 gereinigt. Man erhält 730 mg 4-(cis-3-Hydroxy-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester als Öl. $\text{C}_{16}\text{H}_{30}\text{O}_3$ (270.42), $R_f(\text{n-Heptan:Ethylacetat} = 5:1) = 0.22$.

Analog zu Beispiel 1 wurde aus 4-(cis-3-Hydroxy-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester, p-Heptylamin und Butylisocyanat 4-{cis-3-[2-(3-Butyl-1-heptyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexyl}-2,2-dimethyl-butyr-säure erhalten.

5

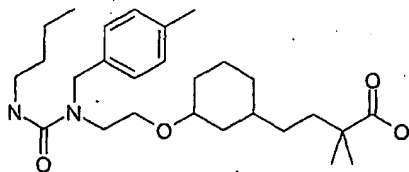


cis/Racemat

C₂₆H₅₀N₂O₄ (454.70), MS(ESI): 455 (M + H⁺).

10 Beispiel 10

Analog zu Beispiel 9 wurde aus 4-(cis-3-Hydroxy-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester, p-Methylbenzylamin und Butylisocyanat 4-(cis-3-{2-[3-Butyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyr-säure erhalten.



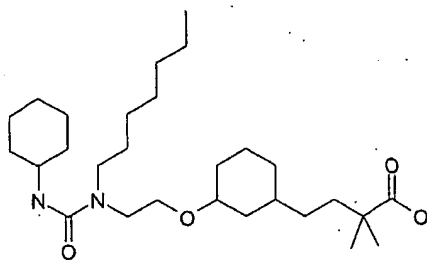
cis/Racemat

15

C₂₇H₄₄N₂O₄ (460.66), MS(ESI): 461 (M + H⁺).

20 Beispiel 11

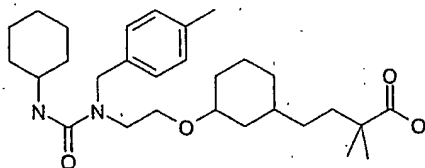
Analog zu Beispiel 9 wurde aus 4-(cis-3-Hydroxy-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyr-säure-tert-butylester, p-Heptylamin und Cyclohexylisocyanat 4-{cis-3-[2-(3-Cyclohexyl-1-heptyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexyl}-2,2-dimethyl-butyr-säure erhalten.



cis/Racemat

C₂₈H₅₂N₂O₄ (480.74), MS(ESI): 481 (M + H⁺).**Beispiel 12**

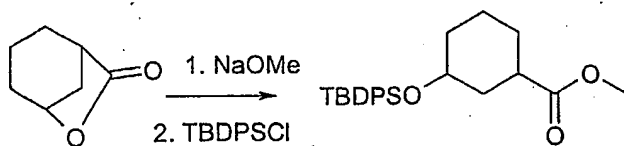
- 5 Analog zu Beispiel 9 wurde aus 4-(cis-3-Hydroxy-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyrssäure-tert-butylester, p-Methylbenzylamin und Cyclohexylisocyanat 4-(cis-3-{2-[3-Cyclohexyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexyl)-2,2-dimethyl-butyrssäure erhalten.



cis/Racemat

10 C₂₉H₄₆N₂O₄ (486.70), MS(ESI): 487 (M + H⁺).**Beispiel 13**

cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexancarbonsäuremethylester



15 cis/Racemat

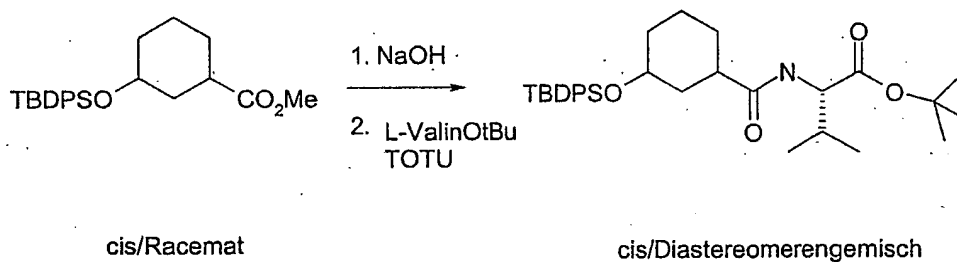
cis/Racemat

22 g 6-Oxa-bicyclo[3.2.1]octan-7-one werden in 200 ml Methanol gelöst und mit 10%iger Natriummethanolatlösung versetzt bis ein pH von 10 erreicht ist. Man rührt 30 Minuten bei Raumtemperatur nach, dann wird durch Zugabe von verdünnter

Essigsäure neutralisiert und das Gemisch im Vakuum eingeengt. Der Rückstand wird in Ethylacetat gelöst, über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend im Vakuum eingeengt. Man erhält 21 g des Methylesters als farbloses Öl. Dieser wird in 200 ml Dimethylformamid gelöst und mit 43 g tert-Butyldiphenylsilylchlorid, 13 g Imidazol und 1 g Dimethylaminopyridin versetzt und 12 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Das Lösungsmittel wird im Vakuum entfernt, der Rückstand in Methy-tert.-butylether aufgenommen und mit Wasser gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel entfernt. Man erhält 56.8 g cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexancarbonsäuremethylester als gelbes Öl. C₂₄H₃₂O₃Si (396.61), MS(ESI): 397 (M+H⁺).

cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexancarbonyl]-amino)-(3S)-methylbutyrsäure-tert-butylester

15

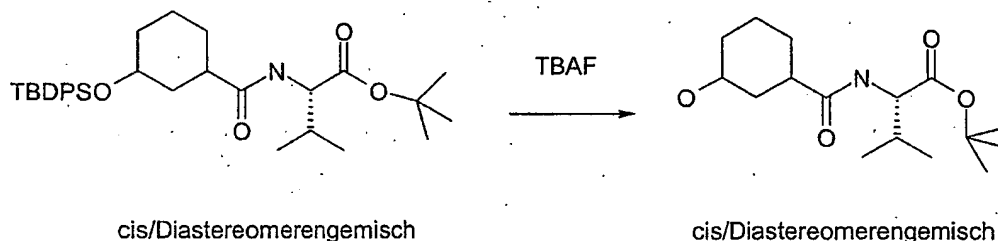


36.8 g cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexancarbonsäure werden in 150 ml i-Propanol gelöst und mit 8 g Natriumhydroxid, gelöst in 50 ml Wasser, versetzt. Es wird 1 Stunde auf 60°C erwärmt. Das Reaktionsgemisch wird abgekühlt und durch Zugabe von 2N Salzsäure neutralisiert. Das Reaktionsgemisch wird im Vakuum eingeengt und dreimal mit je 200 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Man erhält 34 g der freien Säure als farbloses Öl (R_f(Ethylacetat) = 0.63). Diese wird in 250 ml Dimethylformamid gelöst und mit 18,6 g L-Valin-tert.-butylesterhydrochlorid versetzt. Bei 0°C werden 29,1 g O-[Cyan(ethoxycarbonyl)methylenamino]-1,1,3,3,-tetramethyluronium-tetrafluoroborat

zugegeben. Nach 10 Minuten wird das Eisbad entfernt und 23.9 g Hydroxybenzotriazol und 61,8 ml Hünigsbase zugegeben. Man rührt 2 Stunden bei Raumtemperatur nach. Das Lösungsmittel wird im Vakuum entfernt und der resultierende Rückstand in Ethylacetat gelöst und dreimal mit gesättigter Natriumhydrogencarbonat-Lösung gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel entfernt. Der Rückstand wird an Kieselgel mit dem Eluens n-Heptan: Ethylacetat = 2:1 gereinigt. Man erhält 43,0 g 2-[[cis-3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexanecarbonyl]-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure-tert-butylester als gelbes Öl. C₃₂H₄₇NO₄Si (537,82), MS(ESI): 538.

10

2-[[cis-3-Hydroxy-cyclohexanecarbonyl]-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure- tert-butylester



15

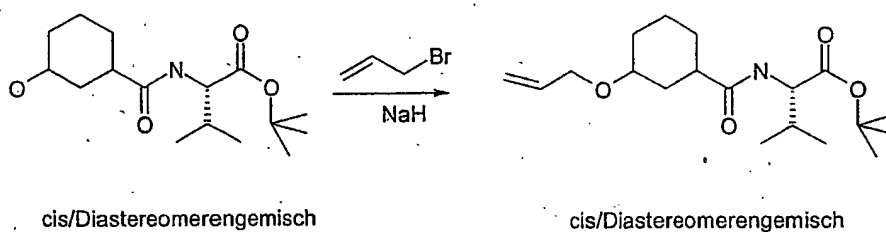
43,0 g 2-[[cis--3-(tert-Butyl-diphenyl-silanyloxy)-cyclohexanecarbonyl]-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure-tert-butylester werden in 80 ml Tetrahydrofuran gelöst und mit 80 ml einer 1M Lösung von Tetrabutylammoniumfluorid in Tetrahydrofuran, versetzt. Man rührt 3h bei 60°C nach, dann wird im Vakuum eingeeengt und der Rückstand an Kieselgel mit dem Eluens n-Heptan: Ethylacetat = 5:1 => 1:1 gereinigt. Man erhält 18 g eines weißen Feststoffs. Da dieser noch leicht verunreinigt ist werden 8g nochmals einer Kieselgelreinigung unterzogen. Man erhält 6,8 g 2-[[cis-3-Hydroxy-cyclohexanecarbonyl]-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure- tert-butylester als weißen Feststoff. C₁₆H₂₉NO₄ (299,41), MS(ESI): 300 (M+H⁺).

25 2-[[cis--3-Hydroxy-cyclohexanecarbonyl]-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure- tert-butylester kann durch chirale HPLC getrennt werden. Man erhält 2-[[((1R,3S)-3-Hydroxy-cyclohexanecarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure- tert-butylester (R_t = 4,9 min) und

2-[[[(1S,3R)-3-Hydroxy-cyclohexancarbonyl]-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure-tert-butylester (Rt = 5,7 min) als farblose Lyophilisate. (Chiralpak AD/34 250x4,6; Eluens n-Heptan:Ethanol:Methanol = 20:1:1+0,1% Trifluoressigsäure).

5

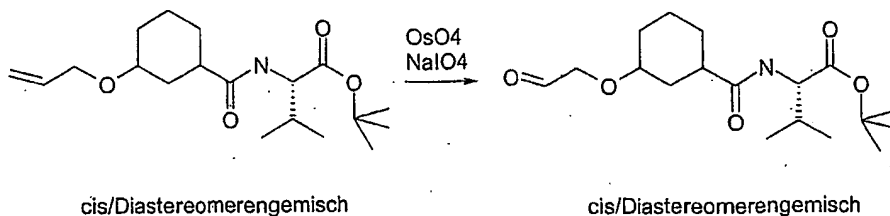
2-[(cis-3-Allyloxy-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure-tert-butylester



2.8 g 2-[(cis-3-Hydroxy-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure-tert-

10 butylester werden in 20 ml Dimethylformamid gelöst und mit 450 mg Natriumhydrid (60%ige Suspension in Mineralöl) versetzt. Nach 10 Minuten werden 3.4 ml Allylbromid zugetropft. Nach 3 Stunden Rühren bei Raumtemperatur werden nochmals 700 mg Natriumhydrid zugefügt. Nach 2 Stunden Rühren bei Raumtemperatur werden 3.4 ml Allylbromid nachdosiert. Es wird 12 Stunden bei Raumtemperatur gerührt, dann
15 werden 200 ml Methyl-tert-butylether zum Reaktionsgemisch zugefügt und das Gemisch dreimal mit je 100 ml Wasser gewaschen. Die organische Phase wird über Magnesiumsulfat getrocknet, im Vakuum eingeeengt und der Rückstand an Kieselgel mit dem Eluens n-Heptan: Ethylacetat = 40:1 => 10:1 gereinigt. Man erhält 900 mg 2-[(cis-3-Allyloxy-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyrssäure-tert-butylester als
20 farbloses Öl. C₁₉H₃₃NO₄ (339.48), MS(ESI): 340 (M+H⁺), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 1:1) = 0.58.

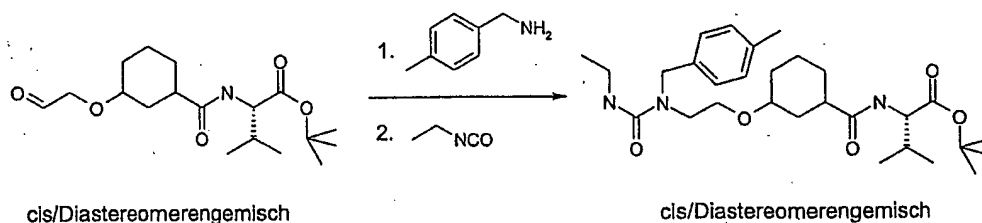
(3S)-Methyl-2-[[[cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexancarbonyl]-amino]-butyrssäure-tert-
25 butylester



900 mg 2-[(cis-3-Allyloxy-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyrates-tert-butylester werden in 20 ml Diethylether gelöst und mit 1.7 g Natriumperiodat, gelöst in 20 ml Wasser, versetzt. Bei 0°C werden 1.6 ml einer Lösung von Osmiumtetroxid (2.5 Gewichts%) in tert-Butanol zugefügt. Das Reaktionsgemisch wird 3 Stunden bei Raumtemperatur stark gerührt. Dann wird bei 0°C 50 ml gesättigte Natriumthiosulfatlösung zugefügt. Die organische Phase wird abgetrennt. Die wässrige Phase wird dreimal mit je 50 ml Methyl-tert-butylether extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Magnesiumsulfat getrocknet und anschließend das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Man erhält 1.0 g (3S)-Methyl-2-[(cis-3-(2-oxoethoxy)-cyclohexancarbonyl)-amino]-butyrates-tert-butylester als farbloses Öl, das ohne Reinigung weiter umgesetzt wird. C₁₈H₃₁NO₅ (341.45), R_f(n-Heptan:Ethylacetat = 1:1) = 0.19.

15

2-[(cis-3-{2-[3-Ethyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyrates-tert-butylester



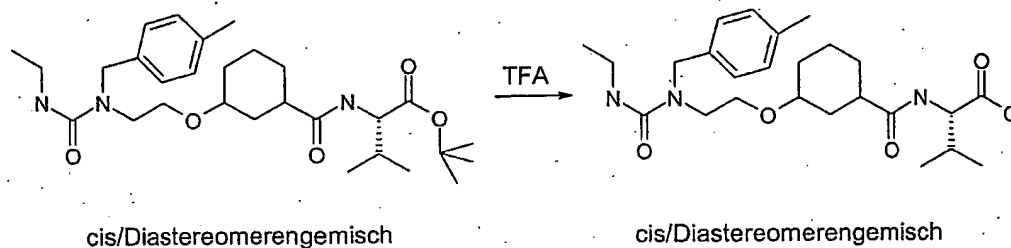
20

330 mg (3S)-Methyl-2-[(cis-3-(2-oxoethoxy)-cyclohexancarbonyl)-amino]-butyrates-tert-butylester werden in 3 ml Methanol gelöst und mit 0.12 ml 4-Methyl-benzylamin, gelöst in 5 ml Methanol, versetzt. Es werden 300 mg ausgeheiztes Molekularsieb (4 Angström) zugefügt und 2 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Dann werden 50 mg

Natriumborhydrid zugegeben und weitere 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Das Molekularsieb wird abfiltriert und das Filtrat im Vakuum eingengt. Der resultierende Rückstand wird in 20 ml Dimethylformamid gelöst und mit 80 µl versetzt. Man rührt 12 Stunden bei Raumtemperatur nach. Das Dimethylformamid wird im Vakuum entfernt und der Rückstand an Kieselgel mit dem Eluens n-Heptan: Ethylacetat = 9:1 => 2:1 gereinigt. Man erhält 320 mg 2-[(cis-3-{2-[3-Ethyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyr-säure-tert-butylester als hellgelbes Öl. C₂₉H₄₇N₃O₅ (517.72), MS(ESI): 518.

10

2-[(cis-3-{2-[3-Ethyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyr-säure

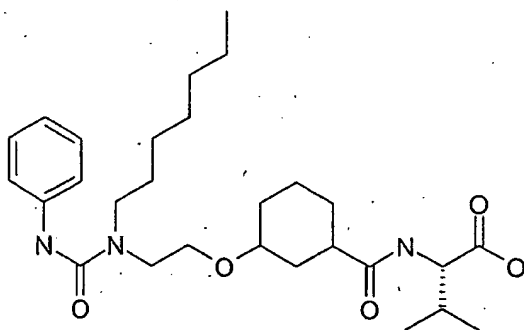


320 mg 2-[(cis-3-{2-[3-Ethyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyr-säure-tert-butylester werden in 20 ml Dichlormethan gelöst und mit 10 ml Trifluoressigsäure versetzt. Man rührt 3 Stunden bei Raumtemperatur nach. Die Lösungsmittel werden im Vakuum entfernt und der Rückstand mittels RP-HPLC gereinigt. Man erhält 115 mg 2-[(cis-3-{2-[3-Ethyl-1-(4-methyl-benzyl)-ureido]-ethoxy}-cyclohexancarbonyl)-amino]-(3S)-methyl-butyr-säure als weißes Lyophilisat. C₂₅H₃₉N₃O₅ (461.61), MS(ESI): 462.

Beispiel 14

Analog zu Beispiel 13 wurde aus (3S)-Methyl-2-[(cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexancarbonyl)-amino]-butyr-säure-tert-butylester, n-Heptylamin und

Phenylisocyanat 2-({cis-3-[2-(1-Heptyl-3-phenyl-ureido)-ethoxy]-cyclohexancarbonyl}-amino)-(3S)-methyl-butyrssäure erhalten.



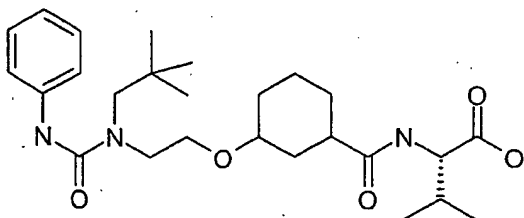
cis/Diastereomerengemisch

C₂₈H₄₅N₃O₅ (503.69), MS(ESI): 504.

5

Beispiel 15

Analog zu Beispiel 13 wurde aus (3S)-Methyl-2-([cis-3-(2-oxo-ethoxy)-cyclohexancarbonyl]-amino)-butyrssäure-tert-butylester, 2,2-Dimethyl-propylamine und
 10 Phenylisocyanat 2-([cis-3-{2-[1-(2,2-Dimethyl-propyl)-3-phenyl-ureido]-ethoxy}-cyclohexancarbonyl]-amino)-(3S)-methyl-butyrssäure erhalten.



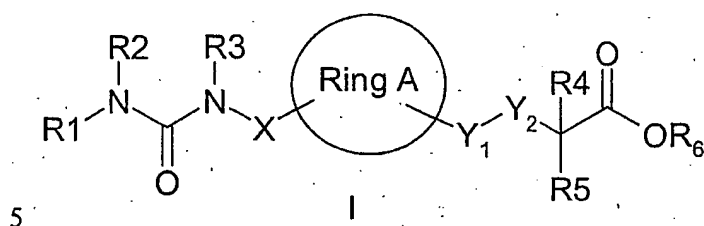
cis/Diastereomerengemisch

C₂₆H₄₁N₃O₅ (475.63), MS(ESI): 476.

15

Patentansprüche:

1. Verbindungen der Formel I



worin bedeuten

- 10 Ring A (C₃-C₈)-Cycloalkandiyl, (C₃-C₈)-Cycloalkendiyl, wobei in den Cycloalkan- oder Cycloalkendiylringen ein oder mehrere Kohlenstoffatome durch Sauerstoffatome ersetzt sein können;
- 15 R1, R2 unabhängig voneinander H, (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, (C₆-C₁₀)-Aryl;
- R3 (C₃-C₆)-Cycloalkyl oder (C₁-C₁₂)-Alkyl, die gegebenenfalls durch (C₆-C₁₀)-Aryl, (C₅-C₆)-Heteroaryl oder (C₃-C₆)-Cycloalkyl substituiert sind, wobei Aryl, Heteroaryl oder Cycloalkyl wiederum substituiert sein können durch (C₁-C₆)-Alkyl, (C₁-C₆)-Alkoxy, Cl, Br, J, CO-(C₁-C₆)-Alkyl, CO-O(C₁-C₆)-Alkyl, CO-NH(C₁-C₆)-Alkyl oder CO-N((C₁-C₆)-Alkyl)₂;
- 20 X (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein oder mehrere Kohlenstoffatome durch Sauerstoffatome ersetzt sein können;
- 25 Y₁ CO, Bindung;
- Y₂ NH, (C₁-C₁₂)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein oder mehrere Kohlenstoffatome durch Sauerstoffatome ersetzt sein können;

R4 (C₁-C₈)-Alkyl;

R5 H, (C₁-C₆)-Alkyl;

5

R6 H;

sowie deren physiologisch verträgliche Salze.

10

2. Verbindungen der Formel I gemäß Anspruch 1, worin bedeuten

Ring A (C₃-C₈)-Cycloalkan-1,3-diyl;

15 R1, R2 unabhängig voneinander H, (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, (C₆-C₁₀)-Aryl;

R3 (C₁-C₁₂)-Alkyl, das gegebenenfalls durch Phenyl substituiert ist, wobei Phenyl wiederum substituiert sein kann durch (C₁-C₆)-Alkyl;

20

X (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;

Y₁ CO, Bindung;

25

Y₂ NH, (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;

R4 (C₁-C₈)-Alkyl;

30

R5 H, (C₁-C₆)-Alkyl;

R6 H.

3. Verbindungen der Formel I gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, worin bedeuten
5

Ring A Cyclohexan-1,3-diyl;

R1, R2 unabhängig voneinander H, (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, Phenyl;

10 R3 (C₁-C₁₂)-Alkyl, das gegebenenfalls durch Phenyl substituiert ist, wobei
Phenyl wiederum substituiert sein kann durch Methyl;

X (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe das dem Ring A
benachbarte Kohlenstoffatom durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;

15

Y₁ CO, Bindung;

Y₂ NH, (C₁-C₆)-Alkandiyl, wobei in der Alkandiylgruppe ein Kohlenstoffatom
durch ein Sauerstoffatom ersetzt sein kann;

20

R4 (C₁-C₆)-Alkyl;

R5 H, (C₁-C₄)-Alkyl;

25 R6 H.

4. Verbindungen der Formel I gemäß den Ansprüchen 1 bis 3, worin bedeuten

30 Ring A Cyclohexan-1,3-diyl;

R1 H;

- R2 (C₁-C₆)-Alkyl, (C₃-C₈)-Cycloalkyl, Phenyl;
- R3 (C₁-C₈)-Alkyl, das gegebenenfalls durch Phenyl substituiert ist, wobei
5 Phenyl wiederum substituiert sein kann durch Methyl;
- X ((CH₂)₂)O;
- Y₁ CO, Bindung;
- 10 Y₂ NH, (C₁-C₄)-Alkandiyl;
- R4 (C₁-C₆)-Alkyl;
- 15 R5 H, (C₁-C₄)-Alkyl;
- R6 H.

20 5. Verbindungen der Formel I gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet dass die Verknüpfung X-Ring A-Y₁ cis konfiguriert ist.

6. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5.

25

7. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 und einen oder mehrere Wirkstoffe, die günstige Wirkungen auf Stoffwechselstörungen oder damit assoziierte Erkrankungen haben.

30

8. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 und einen oder mehrere Antidiabetika.
- 5 9. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 und einen oder mehrere Lipidmodulatoren.
10. Verwendung der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 zur Behandlung und/oder Prävention von Störungen des Fettsäurestoffwechsels und Glucoseverwertungsstörungen.
- 15 11. Verwendung der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 zur Behandlung und/oder Prävention von Störungen, bei denen Insulin Resistenz eine Rolle spielt.
- 20 12. Verwendung der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 zur Behandlung und/oder Prävention von Diabetes mellitus und der damit verbundenen Folgeerkrankungen.
13. Verwendung der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 zur Behandlung und/oder Prävention von Dyslipidämien und deren Folgen.
- 25 14. Verwendung der Verbindungen der Formel I gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 zur Behandlung und/oder Prävention von Zuständen, die mit dem Metabolischen Syndrom assoziiert sind.
- 30 15. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 in Kombination mit mindestens einem weiteren Wirkstoff zur Behandlung und/oder Prävention von Störungen des Fettsäurestoffwechsels und Glucoseverwertungsstörungen.

16. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 in Kombination mit mindestens einem weiteren Wirkstoff zur Behandlung und/oder Prävention von Störungen, bei denen Insulin Resistenz eine Rolle spielt.

5

17. Verfahren zur Herstellung eines Arzneimittels enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wirkstoff mit einem pharmazeutisch geeigneten Träger vermischt wird und diese Mischung in eine für die Verabreichung geeignete Form
10 gebracht wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/001587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C07C275/26 C07C275/10 C07C275/28 A61K31/17 A61P3/06
A61P3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C07C A61K A61P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, BEILSTEIN Data, CHEM ABS Data, BIOSIS, EMBASE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/064130 A (PFIZER PROD INC ; HAYWARD CHERYL MYERS (US); PERRY DAVID AUSTEN (US)) 22 August 2002 (2002-08-22) the whole document	1-17
A	US 6 028 109 A (WILLSON TIMOTHY MARK) 22 February 2000 (2000-02-22) the whole document	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 June 2004

Date of mailing of the international search report

24/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Goetz, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/001587

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02064130	A	22-08-2002	BR 0207227 A	10-02-2004
			CA 2438492 A1	22-08-2002
			EP 1372632 A1	02-01-2004
			WO 02064130 A1	22-08-2002
			US 2002169192 A1	14-11-2002
US 6028109	A	22-02-2000	AU 2506197 A	22-10-1997
			WO 9736579 A1	09-10-1997
			ZA 9702685 A	20-11-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCI/EP2004/001587

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C07C275/26 C07C275/10 C07C275/28 A61K31/17 A61P3/06
A61P3/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C07C A61K A61P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, BEILSTEIN Data, CHEM ABS Data, BIOSIS, EMBASE

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/064130 A (PFIZER PROD INC ; HAYWARD CHERYL MYERS (US); PERRY DAVID AUSTEN (US)) 22. August 2002 (2002-08-22) das ganze Dokument	1-17
A	US 6 028 109 A (WILLSON TIMOTHY MARK) 22. Februar 2000 (2000-02-22) das ganze Dokument	1-17

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Juni 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/06/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Goetz, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/001587

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02064130 A	22-08-2002	BR 0207227 A	10-02-2004
		CA 2438492 A1	22-08-2002
		EP 1372632 A1	02-01-2004
		WO 02064130 A1	22-08-2002
		US 2002169192 A1	14-11-2002
US 6028109 A	22-02-2000	AU 2506197 A	22-10-1997
		WO 9736579 A1	09-10-1997
		ZA 9702685 A	20-11-1997